



Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

# **Recuperação de Resíduos de Embalagem através do Tratamento Mecânico e Biológico em Portugal Continental**

**Nádia Alves Ribeiro Teixeira**

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, ramo Gestão e Sistemas Ambientais

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria da Graça Madeira Martinho

**Lisboa, 2009**



## Agradecimentos

Para a realização desta dissertação foi fundamental o apoio de diversas pessoas e empresas, dos mais variados níveis e sectores de actividade.

Em termos académicos, quero agradecer à minha orientadora, a Prof.<sup>a</sup> Doutora Graça Martinho da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, pela sua disponibilidade, rapidez nas respostas às questões e incentivo prestado, bem como pelo interesse demonstrado pelo tema.

Em termos profissionais, agradeço a alguns colaboradores da Sociedade Ponto Verde (SPV) pelo apoio que me prestaram, concretamente ao Eng.<sup>o</sup> Manuel Pássaro e à Eng.<sup>a</sup> Susana Ângelo do Departamento de Planeamento e Projectos e ao Eng.<sup>o</sup> João Letras e Eng.<sup>a</sup> Susana Ramalho do Departamento de Gestão de Resíduos, pelas diversas informações prestadas, para ajudar na minha busca intensiva sobre o assunto. Agradeço igualmente à Eng.<sup>a</sup> Cátia Mendes pelo mapa de localizações de Unidades de tratamento mecânico e biológico (UTMB) gentilmente elaborado a meu pedido e ao Eng.<sup>o</sup> Mark Lavita pelo apoio e disponibilidade sempre demonstrados.

Ao nível técnico, não posso deixar de agradecer às seguintes pessoas:

- Raul Nuñez Hernandez e Rosa Trigo Fernandez, da Ecoembes;
- Técnicos da Central de TMB de Biopinto em Madrid e do Complexo Industrial de RSU de Saragoça;
- Dr.<sup>a</sup> M<sup>a</sup> José Sebastião, da Amarsul;
- Eng.<sup>o</sup> Artur Cabeças e Eng.<sup>o</sup> Rui Dóres, da Empresa Geral do Fomento (EGF);
- Eng.<sup>o</sup> Rui Batista e Eng.<sup>o</sup> Carlos Pais, da Resiestrela;
- Eng.<sup>a</sup> Sara Geraldo, da Valnor;
- Eng.<sup>a</sup> Maria João, da Ersuc.

A nível pessoal, agradeço a todos os meus familiares e amigos que nunca deixaram de apoiar esta iniciativa de crescimento pessoal e académico, conhecendo desde já a minha vontade contínua de prosperar como pessoa e profissional. Agradeço a paciência e compreensão pela minha falta de disponibilidade e atenção, durante o tempo em que este projecto se desenvolveu.





## Resumo

Neste estudo analisa-se a contribuição do Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) de resíduos sólidos urbanos (RSU) para o alcance das metas de reciclagem de resíduos de embalagem (RE) impostas pela UE, para 2011, sendo avaliado o seu progresso até ao ano de 2016.

Para atingir este objectivo, foram definidos os indicadores relevantes que permitem quantificar as contribuições de cada uma das origens de RE a ser contabilizados para as retomas globais da SPV.

Nesta dissertação são analisados quatro casos de estudo, dois dos quais internacionais, concretamente o Centro de RSU de Biopinto, em Madrid, e o Complexo de Tratamento de RSU em Saragoça, bem como dois nacionais, especificamente a Amarsul e a Valnor. A análise descritiva dos equipamentos e processos que os compõem é um factor fundamental para os interessados na matéria.

Para o cálculo do potencial de RE na fracção dos indiferenciados analisam-se as composições físicas de RSU de quatro Sistemas de Gestão de RSU (SMAUT), nomeadamente a Amave, a Ecobeirão, a Resíduos do Nordeste e a Amarsul que servem de base para determinar o potencial nacional. Este potencial tem subjacente as capacidades de processamento de RSU de todas as UTMB com construção prevista até 2011.

As taxas de recuperação dos RE de cada material a aplicar foram definidas com base em dois cenários diferentes, tendo em conta a experiência nacional existente na matéria, bem como a internacional, especificamente a da Ecoembes e a do estudo *Environmental and Economic Analysis of end-life of packaging in HHW da RDC*, efectuado para a SPV.

Uma vez determinadas as quantidades passíveis de recuperação em cada cenário, comparou-se com um cenário hipotético base, no qual se considera que nenhuma nova UTMB seria construída.

Conclui-se que a contribuição do TMB para atingir as metas globais de reciclagem não é fundamental, todavia constitui um método determinante para atingir as metas individuais de cada material, nomeadamente no que diz respeito aos RE de metais. É notório, porém, que a recolha selectiva continuará a constituir o método mais eficaz de recuperação de RE, devendo o TMB ser encarado como um complemento de grande benefício ambiental e económico.



## Abstract

This study analyses the contribution of Mechanical and Biological Treatment (MBT) of municipal solid waste (MSW) for the achievement of the recycling goals for packing waste, imposed by EU for 2011, evaluating its progress until the year of 2016.

To achieve this objective, relevant indicators were defined. These indicators allow to quantify the contributions of each of the packing waste origins that can account for the global recycling numbers of SPV.

Four study cases are analyzed, two of them are international, concretely the Biopinto Plant in Madrid, and the Zaragoza complex for MSW treatment, and the other two are Portuguese, concretely Amarsul and Valnor. The descriptive analysis of the equipments and processes of the study cases is a fundamental factor for those who are interested in the subject.

For the calculation of the packing waste potential in the MSW fraction, the physical composition of MSW for four MSW Management Systems is analyzed, concretely Amave, Ecobeirão, Resíduos do Nordeste and Amarsul. These serve as base to determine the national potential. This potential underlies the MSW processing capacity for all the national MBT Units with predicted construction up to 2011.

The recuperation rates of each packing waste material to be applied were defined on the basis of two different scenarios, taking into account the national existing experience in the subject, as well as the international one, specifically the Ecoembes experience and that of the *Environmental and Economic Analysis of End-life of packaging in HHW RDC* study, made for SPV.

Once the quantities susceptible to recuperation were determined for each scenario, they were compared with a hypothetical base scenario, in which it is considered that no new MBT Unit would be built.

It's possible to conclude that the contribution of the MBT in achieving the global recycling target is not fundamental, however it constitutes a determinative method in achieving the individual targets, namely that of the metal packing waste. It is notorious, however, that the selective collection of recyclables will continue being the most efficient method for the recuperation of packing waste. As for the MBT, it should be faced as a complement of great environmental and economical benefit.



## Nomenclaturas

AIVE – CERV – Associação de Industriais de Vidro de Embalagens

ANR – Autoridade Nacional de Resíduos

ARR – Autoridade Regional de Resíduos

C/N – Relação Carbono – Azoto

CDR – Combustível Derivado do Resíduos

CIVTRS – Centro Integrado de Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos

CM – Câmara Municipal

COV – Composto Orgânico Volátil

CSR – Combustível Sólido Recuperado

CVO – Central de Valorização Orgânica

E & RE – Embalagens e Resíduos de Embalagem

ECAL – Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos

EGF – Empresa Geral do Fomento

EMBAR – Associação Nacional de Recuperação e Reciclagem de Resíduos de Embalagem de Madeira

ENRRUBDA – Estratégia Nacional para a Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis Destinados aos Aterros

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

FIMET – Associação Nacional para a Recuperação, Gestão e Valorização de Resíduos e Embalagens Metálicas

GEE – Gases com Efeito de Estufa

I&D – Investigação e Desenvolvimento

INR – Instituto dos Resíduos

MOR – Mercado Organizado de Resíduos

MTD – Melhores Técnicas Disponíveis

OGR – Operador de Gestão de Resíduos

ONGA – Organizações Não Governamentais de Ambiente

P/C – Papel/cartão

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PERSU – Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

PET – Politereftalato de Etila

PGC – Produtos de Grande Consumo

PI – Produtos Industriais

PIB – Produto Interno Bruto

PIRSUE – Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados

PLASTVAL – Valorização de Resíduos de Plástico, S.A.

PP - Polipropileno

PPRU – Plano de Prevenção de Resíduos Urbanos

RE – Resíduos de Embalagem

RECIPAC – Associação Nacional para a Recuperação e Reciclagem de Papel e Cartão

REN – Rede Eléctrica Nacional

RENU – Resíduos de Embalagem Não Urbanos

REU – Resíduos de Embalagem Urbanos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RUB – Resíduos Urbanos Biodegradáveis

SIGRE – Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagem

SMAUT – Sistema Intermunicipal ou Multimunicipal de Gestão de Resíduos

SPV – Sociedade Ponto Verde

TB – Tratamento Biológico

TGR – Taxa de Gestão de Resíduos

TM – Tratamento Mecânico

TMB – Tratamento Mecânico e Biológico

UE – União Europeia

UNL – Universidade Nova de Lisboa

UTMB – Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico

VC – Valor de Contrapartida

VIC – Valor de Informação Complementar

VIM – Valor de Informação e Motivação

VPV – Valor Ponto Verde

VR – Valor de Retoma

## Índice

1.	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento e relevância do tema .....	1
1.2	Objectivos .....	4
1.3	Metodologia Geral .....	5
1.4	Estrutura da Dissertação .....	6
2	Revisão da Literatura .....	7
2.1	Gestão de RE.....	7
2.1.1	Política e legislação comunitária e nacional em matéria de valorização de embalagens.....	7
2.1.1.1	Gestão de Embalagens e RE .....	7
2.1.1.2	Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) .....	9
2.1.1.3	Lei-Quadro dos Resíduos - Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 Setembro de 2006 12	
2.1.1.4	Nova Directiva-Quadro dos Resíduos – 2008/98/CE, de 19 de Novembro.....	13
2.1.2	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens.....	14
2.1.2.1	Funcionamento .....	14
2.1.2.2	Breve Historial do SIGRE gerido pela SPV .....	16
2.2	Sistemas de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) .....	19
2.2.1	Descrição dos processos.....	19
2.2.1.1	Definições e terminologia .....	19
2.2.1.2	Tratamento Mecânico.....	20
2.2.1.3	Tratamento Biológico .....	24
2.2.1.4	Balanco de massa e energia .....	27
2.2.1.5	Balanco económico .....	29
2.2.1.6	Vantagens e desvantagens .....	34
3	Análise de Casos de Estudo .....	37
3.1	Casos de Estudo Espanhóis.....	37
3.1.1	Centro de RSU de Biopinto .....	37
3.1.1.1	Tratamento Mecânico.....	38
3.1.1.2	Tratamento Biológico .....	41
3.1.2	Complexo de Tratamento de RSU de Saragoça .....	42
3.1.2.1	Tratamento Mecânico.....	42
3.1.2.2	Tratamento Biológico .....	46
3.1.3	Comparação entre as duas UTMB espanholas .....	46
3.2	Casos de Estudo Nacionais .....	47
3.2.1	UTMB da Amarsul Setúbal .....	47

3.2.1.1	Descrição dos Processos.....	50
3.2.1.1.1	Tratamento Mecânico .....	50
3.2.1.1.2	Tratamento Biológico .....	55
3.2.1.2	Quantidades processadas .....	59
3.2.2	UTMB da Valnor .....	60
3.2.2.1	Descrição dos Processos.....	61
3.2.2.1.1	Tratamento Mecânico .....	63
3.2.2.1.2	Tratamento Biológico .....	67
3.2.2.2	Quantidades Processadas .....	69
3.2.3	Análise comparativa dos Casos de Estudo Nacionais.....	72
4	Metodologia.....	75
4.1	Especificação dos Objectivos e Pressupostos Gerais .....	75
4.2	Estrutura Metodológica e Análise de Pressupostos.....	76
4.2.1	Quantidades de RE encaminhados para reciclagem .....	76
4.2.2	Quantidades de RSU a processar nas UTMB.....	77
4.2.3	Quantidades de RE a recuperar nas UTMB.....	80
4.3	Cenários e respectivos Indicadores e Pressupostos .....	81
4.3.1	Cenário Moderado.....	81
4.3.2	Cenário Optimista .....	83
4.4	Projecções e Cumprimento de Metas.....	84
4.4.1	Projecções de reciclagem de RE – Fluxo Urbano .....	84
4.4.2	Metas da SPV de reciclagem de RE – Fluxo Urbano .....	87
5	Análise e Discussão de Resultados .....	89
5.1	Situação actual da reciclagem de RE .....	89
5.1.1	Evolução de retomas de RE totais .....	89
5.1.2	Evolução de retomas de RE por tipo de material .....	89
5.1.3	Evolução de retomas de RE por origem .....	90
5.1.4	Retomas de RE por origem em 2008.....	91
5.2	Recuperação de RE no TM das UTMB previstas e em exploração .....	91
5.2.1	UTMB em exploração e previstas até 2011 .....	91
5.2.2	Quantidade potencial de RE a recuperar no TM nas UTMB.....	95
5.2.3	Quantidades de RE a recuperar no TM nas UTMB .....	95
5.2.3.1	Cenário Moderado.....	95
5.2.3.2	Cenário Optimista .....	96
5.3	Projecção da reciclagem de RE até 2016 .....	97
5.3.1	Cenário Base – sem a contribuição de novas UTMB.....	97
5.3.2	Cenário com contribuição de novas UTMB – Moderado.....	98



5.3.3	Cenário com contribuição de novas UTMB – Optimista .....	99
5.3.4	Comparação de RE encaminhados para reciclagem entre Cenários.....	101
5.4	Contribuição das UTMB para atingir as metas de reciclagem de RE da SPV.....	102
5.5	Análise SWOT ao TMB.....	104
6	Conclusões .....	105
6.1	Síntese Conclusiva .....	105
6.2	Principais limitações ao estudo.....	107
6.3	Linhas orientadoras para estudos futuros .....	108
7	Bibliografia .....	109
	ANEXOS.....	113
	ANEXO I – Processo esquemático da UTMB de Biopinto, em Madrid.....	115
	ANEXO II - Análise das quantidades de RSU recolhidas durante os dois primeiros trimestres de 2008 e 2009 pelos SMAUT .....	117
	ANEXO III - Composição física dos RSU da Amave, Ecobeirão e Resíduos do Nordeste – Método PERSU .....	119
	ANEXO IV – Cálculos de apoio aos resultados de cada Cenário .....	123



## Índice de Figuras

Figura 1.1. Pirâmide invertida com a hierarquia de gestão de resíduos, tendo em conta a sustentabilidade. ....	2
Figura 2.1. Responsabilidades dos intervenientes do SIGRE .....	14
Figura 2.2. Etapas dos diferentes materiais de RE encaminhados para reciclagem e novos produtos resultantes dos mesmos.....	15
Figura 2.3. Mapa descritivo da evolução da adesão nacional ao SIGRE.....	17
Figura 2.4. Fluxo esquemático financeiro e de informação do Extra-Urbano.....	18
Figura 2.5. Exemplo de uma UTMB automática.....	20
Figura 2.6. Exemplo de uma UTMB manual . ....	21
Figura 2.7. Esquema funcional de um separador balístico.....	22
Figura 2.8. Esquema de separação dos materiais não-ferrosos, através de um separador balístico .....	23
Figura 2.9. Esquema de separação através de separação óptica .....	23
Figura 2.10. Análise esquemática das entradas e saídas do processo de Compostagem .....	25
Figura 2.11. Balanço mássico percentual do TMB previsto para 2010 na ERSUC .....	28
Figura 2.12. Balanço mássico e energético do TMB previsto para 2010 na ERSUC, em termos quantitativos .....	29
Figura 2.13. Proporções dos custos iniciais de investimento de uma UTMB.....	30
Figura 2.14. Custos fixos e variáveis associados a uma UTMB.....	30
Figura 2.15. Proporções entre os custos fixos e variáveis em UTMB com capacidades distintas .....	31
Figura 2.16. Vantagens e limitações da digestão anaeróbia .....	35
Figura 2.17. Vantagens e limitações de um processo de compostagem .....	35
Figura 3.1. UTMB de Biopinto: a) Aterro sanitário; b) Planta do TMB; c) Planta do TB.....	38
Figura 3.2. Interior da UTMB de Biopinto: a) Fossa de recepção dos RSU; b) Cabine de triagem Manual e <i>trommel</i> .....	39
Figura 3.3. Equipamentos da UTMB de Biopinto: a) Pulper – crivo húmido; b) Material de menores dimensões; c) Lâminas do abre-sacos. ....	39
Figura 3.4. Equipamentos do TM de Biopinto: a) Dois <i>trommel</i> em paralelo; b) Material que segue para o abre-sacos. ....	40
Figura 3.5. Equipamentos TM de Biopinto: a) Electro-íman; b) Cabine de triagem manual.....	40
Figura 3.6. Fardos de material reciclável na prensa da UTMB de Biopinto.....	41
Figura 3.7. UTM de Biopinto: a) Fardos de RE e parque de maturação do composto; b) Sistema de afinação do composto; c) Dois digestores anaeróbios.....	41
Figura 3.8. Fardos de RE na UTMB de Saragoça. ....	42
Figura 3.9. Planta do TM do Complexo de tratamento de RSU de Saragoça.....	43
Figura 3.10. TMB de Saragoça: a) Secção de quatro <i>trommel</i> em paralelo; b) Secção de quatro separadores balísticos em paralelo.....	44
Figura 3.11. TM de Saragoça: a) Visão geral do TM; b) Cabine de triagem manual. ....	44
Figura 3.12. TM de Saragoça: a) Cabine de triagem manual na linha “amarela”; b) Aspirador de sacos. ....	45
Figura 3.13. TM de Saragoça: a) Separador óptico <i>Titech</i> ; b) Prensa e fardos de refugo. ....	46
Figura 3.14. Vista aérea da UTMB da Amarsul de Setúbal.....	48
Figura 3.15. Diagrama do processo de produção da UTMB da Amarsul em Setúbal .....	49
Figura 3.16. UTMB de Setúbal: a) Descarga dos RSU e homogeneização com resíduos verdes (material inoculante); b) Triagem de RE de vidro, c) Cabine de triagem de RE de vidro. ....	50
Figura 3.17. Abre-Sacos <i>Terminator Komptech</i> : a) Vista frontal; b) Vista lateral. ....	51

Figura 3.18. TM de Setúbal: a) <i>Trommel</i> primário de malha de 120 mm; b) Cabine de triagem de plásticos e alumínio. ....	51
Figura 3.19. Resíduos de embalagem do TM de Setúbal: a) Triturador de PET; b) RE de PET verde; c) RE de PEAD; RE de PET óleo; d) Fardos de RE de filme; e) RE de alumínio separadas na cabine de triagem. ....	52
Figura 3.20. TM de Setúbal: a) Separação electromagnética de RE ferrosos após cabine de triagem; b) RE ferrosos separados; c) Compactador de refugo que segue para o aterro da Amarsul em Palmela; d) Prensa deslizante que enfarda os RE pretendidos. ....	53
Figura 3.21. Equipamentos do TM de Setúbal: a) Tapete que alimenta o <i>trommel</i> de malha de 80 mm, com o que cai no <i>trommel</i> primário; b) Tapete que transporta os resíduos rejeitados (80-120 mm); c) Corrente de <i>Foucault</i> na linha do material rejeitado (80-120 mm); d) RE de alumínio separadas pela corrente de <i>Foucault</i> ; e) Electroímã que separa os ferrosos do material de dimensões inferiores a 80 mm; f) Material de dimensões inferiores a 80 mm. ....	55
Figura 3.22. Pavilhão de maturação da matéria orgânica resultante do TM de RSU em Setúbal: a) Vista frontal; b) Vista lateral. ....	56
Figura 3.23. TB de Setúbal: a) Pavilhão de Arejamento; b) Biofiltro; c) Pavilhão de Afinação; d) Composto Afinado; e) Ciclone de remoção de partículas; f) Tanque de retenção de partículas. ....	57
Figura 3.24. Composto da UTMB de Setúbal: a) Composto em pilha no parque; b) Os resíduos mais difíceis de remover do composto são os cotonetes. ....	58
Figura 3.25. Esquema processual da digestão anaeróbia. ....	58
Figura 3.26. Evolução de RSU processados na linha de pré-tratamento da UTMB na Amarsul Setúbal. ....	59
Figura 3.27. Evolução das quantidades de RE recuperados no TM da Amarsul de Setúbal. ....	60
Figura 3.28. Mapa de infra-estruturas na área de abrangência da Valnor. ....	61
Figura 3.29. Etapas de evolução da UTMB da Valnor. ....	62
Figura 3.30. Diagrama do processo do TMB da Valnor. ....	62
Figura 3.31. Áreas funcionais da UTMB da Valnor. ....	63
Figura 3.32. Edifício de Processo da UTMB da Valnor. ....	63
Figura 3.33. UTMB da Valnor. ....	64
Figura 3.34. Representação esquemática do TM da Valnor. ....	64
Figura 3.35. TM da UTMB da Valnor: a) Fossa de recepção de RSU e balde de garras; b) Primeiro <i>trommel</i> rotativo; c) Entrada de RSU no primeiro <i>trommel</i> rotativo; d) Entrada de RSU no primeiro <i>trommel</i> rotativo; e) Cabine de triagem manual de vidro; f) RE de vidro triados. ..	66
Figura 3.36. TM da UTMB da Valnor: a) Abre-sacos <i>Terminator Komptech</i> ; b) Abre-sacos <i>Terminator Komptech</i> ; c) Cabine de triagem manual de cartão e têxteis e segundo <i>trommel</i> rotativo; d) Cabine de triagem manual dos volumosos. ....	67
Figura 3.37. TB da UTMB da Valnor: a) Fracção orgânica resultante do TM; b) Pilha de material estruturante; c) Máquina revolteadora das pilhas; d) Máquina de afinar o composto; e) Máquina de enfardar o composto; f) Pilhas de composto no parque. ....	68
Figura 3.38. Montagem esquemática da alteração prevista na linha de TM. ....	69
Figura 3.39. Representação esquemática do balanço de massas do TM da Valnor. ....	70
Figura 3.40. Representação esquemática do balanço de massas do TB da Valnor. ....	70
Figura 3.41. Evolução das quantidades de RE encaminhadas para reciclagem pela Valnor. ....	71
Figura 3.42. Quantidades de RE de filme e de aço recuperadas do TMB nos primeiros oito meses de 2009, pela Valnor. ....	71
Figura 5.1. Evolução de retomas de RE do fluxo urbano de 1998 a 2008. ....	89
Figura 5.2. Evolução das quantidades retomadas de 1998 a 2008, por material. ....	90
Figura 5.3. Quantidades retomadas de RE de 1998 a 2008, por origem. ....	91
Figura 5.4. Distribuição percentual da contribuição de cada origem de RE para as retomas em 2008. ....	91

Figura 5.5. Localização das UTMB previstas para 2010 e 2011.....	92
Figura 5.6. Quantidades de RSU previstas nas UTMB em Portugal Continental.....	93
Figura A 1. Processo Esquemático da UTMB de Biopinto, em Madrid.....	115



## Índice de Quadros

Quadro 2.1 - Metas de Valorização e Reciclagem de RE para 2005 e 2011. ....	8
Quadro 2.2 - Metas quantitativas e percentuais de resíduos admissíveis em aterro (Decreto-Lei nº 152/2002, de 23 de Maio). ....	10
Quadro 2.3. - Investimentos base do TMB, em valores unitários, previstos pela ERSUC (ERSUC-EGF, 2009). ....	29
Quadro 2.4. - Investimentos totais do TMB previstos pela ERSUC (ERSUC-EGF, 2009). ....	30
Quadro 2.5. - Custos fixos associados ao TMB da ERSUC (ERSUC-EGF, 2009). ....	32
Quadro 2.6. - Quantidades processadas previstas no TMB da ERSUC (factor multiplicativo para os custos variáveis) (ERSUC-EGF, 2009). ....	32
Quadro 2.7. - Custos Variáveis associados ao TMB da ERSUC (ERSUC-EGF, 2009). ....	32
Quadro 2.8. - Custos totais associados ao TMB da ERSUC (cenário de uma só UTMB) (ERSUC-EGF, 2009). ....	33
Quadro 2.9. - Cenários de implementação de infra-estruturas para tratamento e destino final de RSU (Puna, 2007). ....	33
Quadro 2.10. - Custos totais de investimento para os diferentes cenários de gestão de RSU (Puna, 2007). ....	33
Quadro 2.11. - Custos totais de investimento para os diferentes cenários de gestão de RSU (Puna, 2007). ....	34
Quadro 2.12. Vantagens e desvantagens associadas ao TMB. ....	36
Quadro 3.1. Comparação de quantidades de RE recuperadas nas UTMB de Biopinto e Saragoça. ....	47
Quadro 3.2. Taxas de recuperação de RE do TM de RSU em 2008 (Sebastião, 2009). ....	59
Quadro 3.3. Quantidades mensais de produção de composto em 2007 na UTMB da Amarsul Setúbal. ....	60
Quadro 3.4. Comparação entre as características funcionais das infra-estruturas do TMB da Amarsul Setúbal e Valnor. ....	73
Quadro 4.1. Indicadores de medição da contribuição do TMB para as taxas de retoma. ....	76
Quadro 4.2. Indicadores para a análise das quantidades de RE encaminhados para reciclagem. ....	77
Quadro 4.3. População e produção de RSU em Portugal Continental e Regiões autónomas (SPV, 2008). ....	77
Quadro 4.4. Taxas evolutivas de produção de RSU previstas no ENRRUBDA (MAOTDR, 2007). ....	78
Quadro 4.5. Composições das fracções de materiais no indiferenciado, com base nas caracterizações de RSU de quatro SMAUT. ....	78
Quadro 4.6. Descrição das UTMB Previstas para Portugal Continental até 2011 e respectivas capacidades de processamento de RUB. ....	79
Quadro 4.7. Indicadores para apurar os RE a recuperar do TM. ....	80
Quadro 4.8. Taxa de recuperação de RE nas UTMB no ano de 2010 para o Cenário Moderado. ....	82
Quadro 4.9. Taxa de recuperação de RE nas UTMB em 2010 no Cenário Optimista. ....	83
Quadro 4.10. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, por material, provenientes da recolha selectiva. ....	85
Quadro 4.11. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, por material, provenientes da incineração. ....	85
Quadro 4.12. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, por material, recuperadas nas UTMB. ....	86
Quadro 4.13. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, do P/C valorizado biologicamente. ....	86

Quadro 4.14. Distribuição das embalagens PGC por urbanas e não-urbanas.....	87
Quadro 4.15. Evolução anual das quantidades do mercado potencial de embalagens urbanas, até 2011. ....	87
Quadro 4.16. Evolução anual das quantidades do mercado potencial de embalagens urbanas, até 2016. ....	88
Quadro 4.17. Quantidades de embalagens declaradas à SPV em 2011. ....	88
Quadro 4.18. Metas de reciclagem e valorização de RE urbanos em 2011, para a SPV. ....	88
Quadro 4.19. Metas de reciclagem e valorização de RE urbanos em 2011, para a SPV, por material. ....	88
Quadro 5.1. Percentagens de cada material nos RSU com base na média de quatro SMAUT. ..	93
Quadro 5.2. Capacidade de processamento de RSU em cada UTMB prevista em Portugal Continental em 2010 e 2011. ....	94
Quadro 5.3. Potencial das fracções de RE a dar entrada nas UTMB em 2010.....	95
Quadro 5.4. Potencial das fracções de RE nos RSU a dar entrada nas UTMB de 2010 a 2016. .	95
Quadro 5.5. Fracções de RE recuperadas nas UTMB em 2010 – Cenário Moderado.....	96
Quadro 5.6. Recuperação de RE nas UTMB de 2010 a 2016 – Cenário Moderado.....	96
Quadro 5.7. Fracções recicláveis recuperadas nas UTMB em 2010 – Cenário Optimista. ....	96
Quadro 5.8. Recuperação de RE nas UTMB de 2010 a 2016 – Cenário Optimista. ....	97
Quadro 5.9. Quantidades de RE previstas para os anos de 2009 a 2016, provenientes da recolha selectiva, incineração, TMB e P/C valorizado biologicamente – Cenário Base.....	97
Quadro 5.10. Quantidades de RE previstas para os anos de 2009 a 2016, provenientes da recolha selectiva, incineração, TMB e P/C valorizado biologicamente – Cenário Moderado. ....	98
Quadro 5.11. Quantidades de RE previstas para os anos de 2009 a 2016, provenientes da recolha selectiva, incineração, TMB e P/C valorizado biologicamente – Cenário Optimista.....	100
Quadro 5.12. Taxas de RE encaminhados para reciclagem nos vários Cenários, de 2009 a 2016. ....	101
Quadro 5.13. Análise SWOT ao TMB de RSU. ....	104
Quadro A2. 1 - Análise das quantidades de RSU recolhidas durante os dois primeiros trimestres de 2008 e 2009 pelos SMAUT.....	117
Quadro A3. 1 - Composição Física dos Resíduos Indiferenciados da Amave – Método PERSU .....	119
Quadro A3.2 – Composição Física dos Resíduos Indiferenciados da Ecobeirão – Método PERSU .....	120
Quadro A3.3 - Composição Física dos Resíduos Indiferenciados da Resíduos do Nordeste – Método PERSU.....	121
Quadro A4.1 – Percentagens de cada material na fracção RSU, através das Caracterizações de quatro SMAUT.....	123
Quadro A4.2 – Produção de RSU por SMAUT de 2010 a 2016.....	123
Quadro A4.3 - Quantitativos de RE para as retomas de 2009 a 2016 - Cenário Base.....	124
Quadro A4.4 - Quantitativos de RE para as retomas de 2009 a 2016 - Cenário Moderado.....	124
Quadro A4.5 - Quantitativos de RE para as retomas de 2009 a 2016 - Cenário Optimista.....	125
Quadro A4.6 - Quantitativos totais de RE para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Moderado.....	125
Quadro A4.7 - Quantitativos totais de RE para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Optimista.....	125
Quadro A4.8 – Contribuição dos RE do TMB para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Moderado.....	126
Quadro A4.9 – Contribuição dos RE do TMB para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Optimista.....	126
Quadro A4.10 – Comparação da performance de cada Cenário para atingir as Metas de 2011 de valorização de RE.....	126
Quadro A4.11 – Comparação da performance de cada Cenário para atingir as Metas de 2011 de reciclagem de RE.....	126



## 1. Introdução

### 1.1 Enquadramento e relevância do tema

A história do homem, desde os primórdios, mostra com clareza a sua interdependência com a necessidade de produzir embalagens cada vez mais eficientes, imprescindíveis à sua sobrevivência, seja para conter alimentos e conservá-los, ou para resistir ao transporte em longas distâncias. A embalagem por si só não compõe o produto, mas é parte inerente do mesmo, contribuindo ao longo da evolução humana, para o desenvolvimento da indústria e da sociedade de consumo como um todo (Chinem, 2006).

Os materiais das embalagens, como o plástico e o metal, foram fundamentais na transformação da nossa sociedade, com sua natureza consistente, durável e uma excelente capacidade vedante que impede a contaminação e possibilita a conservação. Este tipo de embalagem veio ainda possibilitar o fácil transporte de produtos a qualquer lugar do mundo.

De acordo com a definição que consta no Decreto-Lei nº 366-A/97, de 20 de Dezembro, que transpõe a primeira Directiva relativa a embalagens e RE, consideram-se embalagens *todos e quaisquer produtos feitos de materiais de qualquer natureza utilizados para conter, proteger, movimentar, manusear, entregar e apresentar mercadorias, tanto matérias-primas como produtos transformados, desde o produtor ao utilizador ou consumidor, incluindo todos os artigos descartáveis utilizados para os mesmos fins.*

Para o consumidor, a embalagem constitui um valor fundamental na hora da escolha do produto, por isso, as empresas investem cada vez mais nesta ferramenta de venda, adequando-se às exigências do seu público.

Nas últimas décadas, as embalagens tornaram-se produtos imprescindíveis na vida de qualquer pessoa ou nas actividades de qualquer empresa. A sua função social e económica é indiscutível e a sua concepção tem envolvido aspectos admiráveis da arte e do engenho do ser humano (Martinho, 2007).

As preocupações em torno dos destinos dos resíduos têm vindo a crescer com a sociedade de consumo de produtos. Estes representam cerca de 50 por cento das emissões que contribuem para as alterações climáticas que actualmente se fazem sentir. A crescente quantidade de resíduos obriga a que as infra-estruturas de recolha aumentem a sua capacidade com o consequente agravamento e custos. Por isso a redução dos resíduos, desde a sua origem, possui além de um enorme interesse ambiental, um importante interesse económico (ACR+, 2008).

A gestão de RSU traduz-se num processo complexo dada a sua diversidade de tratamento e valorização, factores relevantes na implementação de qualquer Sistema Integrado de RSU pelos Sistemas públicos municipais ou multimunicipais (Puna, 2007).

A estratégia da UE em matéria de resíduos estabelece uma hierarquia preferencial das opções de gestão, tendo em vista assegurar a eficiência na utilização de recursos naturais e a minimização dos impactes ambientais negativos associados aos resíduos (incluindo emissões atmosféricas, efluentes e ocupação do solo). Essa hierarquia é visível no esquema representado na Figura 1.1.

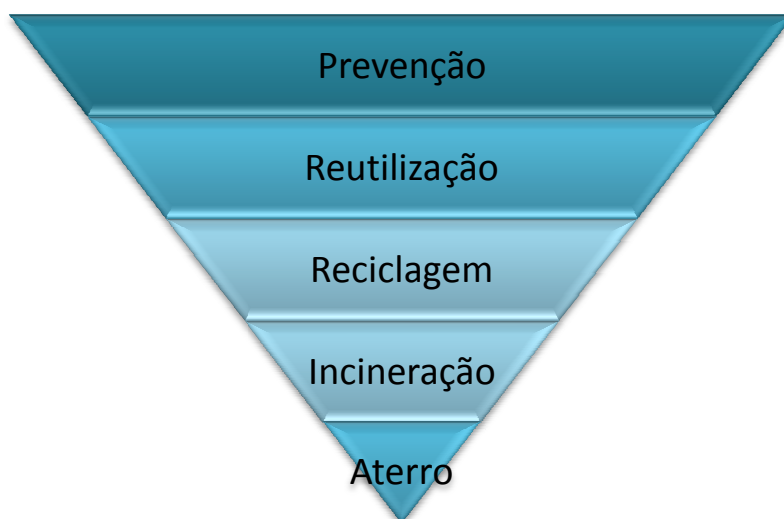


Figura 1.1. Pirâmide invertida com a hierarquia de gestão de resíduos, tendo em conta a sustentabilidade.

A gestão nacional da fracção orgânica dos RSU reveste-se de grande importância, quer pela quantidade, quer pelos impactes ambientais negativos associados à sua deposição em aterro (emissão de gases com efeito de estufa, emissão de odores desagradáveis e libertação de lixiviados, entre outros).

Para uma gestão sustentável de resíduos é necessário que as práticas de alguns dos Estados - Membros da UE, caracterizadas pelo envio de quantidades significativas de RSU para deposição em aterro, se focalizem no topo da hierarquia através de uma aposta clara na prevenção e reutilização dos resíduos e também na maximização da sua reciclagem. Neste último domínio, a reciclagem da fracção orgânica dos RSU merece particular destaque, incluindo as técnicas de compostagem e digestão anaeróbia, mas também da fracção de recicláveis, nomeadamente de RE.

A SPV, licenciada pelos ministérios do Ambiente e da Economia, a 1 de Outubro de 1997, para a gestão do sistema integrado de gestão de resíduos de embalagem (SIGRE), também conhecido por Sistema Ponto Verde, no que respeita a RE urbanas (REU) e equiparadas a urbanas, tem como responsabilidades:

- Assumir o compromisso de aumentar progressivamente as quantidades em peso de embalagens declaradas, com o objectivo de fazer aproximar essas quantidades as colocadas no mercado nacional, e assumir objectivos de reciclagem em relação ao conjunto de embalagens que lhe são declaradas, adoptando o compromisso de aproximar os valores de reciclagem dos quantitativos mínimos nacionais;
- Garantir junto dos distribuidores que as embalagens não reutilizáveis estão abrangidas por um SIGRE;
- Promover a sensibilização e educação ambiental junto dos consumidores;
- Apoiar programas de investigação que fomentem o desenvolvimento do mercado de produtos e materiais reciclados (INETI, 2009).

As metas comunitárias de reciclagem de RE impostas para o ano de 2005 foram cumpridas. As metas de 2011 são ainda mais ambiciosas, o que requer um esforço adicional por parte de todos os agentes envolvidos nesta missão. No que se refere à política de gestão de resíduos em Portugal, há que diversificar os actuais mecanismos por forma a possibilitar atingir as retomas necessárias (Barral, 2006).

A Directiva 1999/31/CE, de 26 de Abril, relativa à deposição de resíduos em aterros sanitários pretende incentivar a diminuição significativa da deposição de resíduos biodegradáveis em aterro, nomeadamente através da compostagem e digestão anaeróbia da fracção orgânica e da reciclagem de papel/cartão (P/C), estabelecendo metas quantitativas e medidas prioritárias de promoção da triagem e tratamento alternativos, com o intuito de minimizar os elevados impactos ambientais derivados da presença nos aterros destes tipos de resíduos.

A estratégia nacional direcciona-se para o aumento e desenvolvimento de sistemas de recolha selectiva da fracção orgânica dos RSU, devendo em 2006 recolher-se 10% dos resíduos orgânicos produzidos em 2002 e aumentar esse valor, por forma a que em 2016 a totalidade desses resíduos seja recolhida selectivamente e devidamente reciclada. Em complemento destes objectivos, a estratégia também preconiza a implementação, em todas as instalações, de uma linha de valorização de resíduos orgânicos provenientes de recolha selectiva.

A implementação de unidades de valorização, através de compostagem ou digestão anaeróbia é um requisito fundamental para os vários sistemas de tratamento de RSU, num futuro próximo, complementando ainda a vantagem de contribuir, através de um tratamento mecânico (TM), para as quantidades de RE encaminhadas para reciclagem.

O aumento da capacidade nacional instalada de TMB permite não só a recuperação de resíduos para reciclagem, mas também a aposta na produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR), o qual pode evoluir para um produto Combustível Sólido Recuperado (CSR).

O recurso, sempre que possível, a processos de tratamento utilizando as melhores técnicas disponíveis (MTD) é indispensável para alcançar uma gestão sustentável de resíduos.

O grande objectivo da utilização do TMB como um instrumento de gestão de resíduos consiste em minimizar o impacto ambiental associado à deposição final dos resíduos biodegradáveis e obter valor adicional através da recuperação dos materiais recicláveis, como metal, plástico, vidro, cartão, bem como da obtenção de composto e, em alguns casos, biogás e CDR (Juniper, 2005).

A utilização do TMB, está estritamente relacionada com o alcance das metas de desvio de resíduos de aterro, bem como das metas de reciclagem através da recuperação de recicláveis, com a redução da necessidade de incineração, maximização da sustentabilidade da gestão de resíduos, possível facilidade na sua implementação no que concerne à oposição dos cidadãos e utilização de tecnologia fiável, robusta e de menor risco económico do que outras soluções existentes (Juniper, 2005).

As entidades responsáveis pelas decisões a nível de gestão de resíduos estão cientes, e cada vez mais focadas, na necessidade de atingir metas de reciclagem, bem como de diminuição de deposição em aterro. Desta forma, existe a preocupação crescente em caminhar para soluções alternativas viáveis e que possibilitem concretizar estes objectivos.

A publicação do relatório da Greenpeace intitulado *Cool Waste Management*, inclui uma recomendação no sentido de utilizar o TMB, sobretudo com vista à redução de cerca de 85% dos resíduos depositados em aterro, sem necessidade de incineração (Juniper, 2005).

No seguimento da importância de desvio de resíduos biodegradáveis de aterro, o Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados (PIRSUE) contempla a criação de unidades de digestão anaeróbia, compostagem, TMB e incineração com recuperação de

energia. Numa primeira fase, a aposta na construção de UTMB de resíduos indiferenciados poderá contribuir para o cumprimento das metas de desvio contempladas na Directiva Aterros. Este plano considera um pouco arriscado optar por uma estratégia exclusivamente orientada para uma recolha selectiva de orgânicos, tendo em conta a existência comum de uma curva de aprendizagem.

No entanto, o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II) prevê que algumas UTMB iniciem já a sua actividade com recolha selectiva de orgânicos e outras contemplem essa medida em futuras ampliações, tendo em conta que se considera que o composto obtido através deste método possui melhor qualidade e aceitação no mercado.

Tendo em vista a qualificação e optimização da gestão de resíduos, bem como a importância do reforço dos SMAUT ao nível de infra-estruturas e equipamentos, o PERSU II define no EIXO III, alínea H), as linhas de actuação a ter em conta na implementação do TMB. Também na alínea G) do mesmo eixo, estão definidas as linhas de actuação para o envolvimento dos SMAUT no que diz respeito ao reforço da valorização orgânica, nomeadamente pela digestão anaeróbia e/ou compostagem, para RUB alvo de recolha selectiva, vertente igualmente importante na recuperação dos RE existentes neste fluxo.

O referido Plano Estratégico preocupa-se em maximizar o valor dos “subprodutos” obtidos nestas unidades de TMB, nomeadamente o composto, os materiais recicláveis e a fracção recuperável para CDR.

No que diz respeito aos materiais recicláveis, fulcrais para o estudo em questão, concretamente os RE, estabelece-se no PERSU II que todos os sistemas plurimunicipais devem orientar a sua gestão de resíduos para o cumprimento dos objectivos de reciclagem e valorização decorrentes das respectivas Directivas.

Tendo em conta as preocupações relativas ao custo-benefício da utilização de soluções de tecnologias avançadas de tratamento térmico e a dificuldade na implementação de estratégias de incineração, o interesse tem sido concentrado nas soluções de TMB (Juniper, 2005).

As principais preocupações relacionadas com este tipo de tratamento dizem respeito ao facto de constituir uma tecnologia de tratamento intermediária, sendo ainda necessário arranjar soluções para os *outputs* do processo. Também o risco associado ao valor comercial ou viabilidade desses mesmos outputs, constitui uma preocupação (Juniper, 2005).

## 1.2 Objectivos

O objectivo primordial do presente estudo consiste em analisar a contribuição das UTMB nacionais para o alcance das metas de reciclagem de RE, no que diz respeito ao fluxo urbano, através da recuperação destes resíduos no TM e no tratamento biológico (TB).

Pretende-se com este estudo conhecer a realidade e o enquadramento deste sector a nível nacional, bem como analisar alguns casos de estudo estrangeiros, nomeadamente de UTMB em Espanha, com respectiva análise comparativa.

A análise aprofundada de dois Casos de Estudo nacionais, revela-se importante, não só ao nível de resultados quantitativos, mas também de equipamentos e métodos utilizados.

Os indicadores económicos de existência de mercado para as embalagens obtidas através deste processo, tendo em conta a qualidade dos mesmos, *i.e.*, o seu potencial interesse para a

indústria, a eficiência do tratamento biológico (TB), no que respeita a quantidade e qualidade do composto obtido, bem como a possibilidade de encaminhamento para CDR da fracção que actualmente constitui material rejeitado, não são aprofundados neste estudo. Constituem, no entanto, factores fundamentais a estudar por parte de todas as entidades e empresas interessadas em investir nestas infra-estruturas.

Através da investigação do panorama existente nesta matéria e dos objectivos e metas impostas para reciclagem de RE em Portugal Continental, ambiciona-se perspectivar a situação existente no horizonte temporal 2009-2016 no que diz respeito à recuperação de RE do TMB, bem como o seu impacto entre as estratégias existentes para diminuição de RE em aterro sanitário e encaminhamento dos mesmos para reciclagem. É possível através desta análise e da pressuposição de diversos cenários, antever quadros possíveis de contribuição para o atingir dessas metas e para a evolução das quantidades até ao ano de 2016.

### **1.3 Metodologia Geral**

Os dois principais indicadores definidos no estudo são as quantidades encaminhadas para reciclagem e a recuperação de RE nas TMB, em toneladas e em termos percentuais relativamente ao total, anualmente.

Para analisar a evolução pretendida, admite-se que o universo do estudo é Portugal Continental.

As UTMB que entram para o universo quantitativo do estudo dizem respeito às que já estão em funcionamento, e às que estão projectadas ou em construção, desde que recebam ou venham a receber RSU (resíduos indiferenciados).

Dada a escassez de experiência nacional nesta matéria, compara-se a experiência de dois casos existentes distintos, nomeadamente o da UTMB da Amarsul de Setúbal e o da UTMB da Valnor. A comparação de funcionamento e métodos de produção e limitações entre a mais antiga UTMB do país e a mais recente, pode ser enriquecedor a nível de informações para as futuras Unidades a construir, bem como para todos os parceiros do SIGRE, que conjuntamente trabalham com vista ao alcance das metas de reciclagem de RE.

Em termos de taxas de recuperação de RE destes casos de estudo, somente o caso da Valnor contribui para uma análise projectiva a nível nacional, admitindo-se que o futuro englobará as MTD.

A análise projectiva teve por base a confirmação, por diversas fontes descritas ao longo do estudo, das capacidades de processamento de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) e de RSU nas UTMB previstas para o país.

O complemento da realidade nacional com estudos existentes em matéria de recuperação de RE através do método de TMB de resíduos a nível nacional, bem como a consideração de aplicabilidade dos mesmos e de casos estrangeiros ao país, permite aferir um cenário futuro com base em determinados pressupostos.

O cálculo das metas a atingir por parte da SPV para a reciclagem de RE do fluxo urbano, baseia-se em dados fornecidos pela própria entidade, no que respeita o mercado potencial de embalagens nacional.

Relativamente ao TB, o cálculo hipotético da fracção de RE de P/C valorizados organicamente, através da análise de um balanço de massas, pode ser contabilizado para atingir as metas de valorização.

## 1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação divide-se em cinco capítulos fundamentais:

- **Revisão da Literatura** – Neste capítulo descreve-se a política e legislação comunitária e nacional em matéria de valorização de embalagens, de gestão de RUB e deposição em aterro e de prevenção da produção de resíduos. É feita uma abordagem explicativa do SIGRE, bem como do fluxo de RE não-urbanos (RENU). Este capítulo descreve ainda os processos respeitantes ao TMB, dando exemplos de balanços de massa e energia e investimentos financeiros respectivos. É ainda feita uma análise das vantagens e desvantagens associadas ao processo.

- **Casos de Estudo** – Neste capítulo descrevem-se, primeiro, as UTMB visitadas em Espanha durante o mês de Maio de 2009, no que diz respeito às infra-estruturas, equipamentos, capacidades de processamento e taxas de recuperação. As Unidades em causa são as de Biopinto em Madrid e do Complexo de Tratamento de RSU de Saragoça.

Num segundo sub-capítulo descrevem-se e analisam-se dois casos de estudo nacionais, nomeadamente a Amarsul e Valnor, que constituem, respectivamente, a mais antiga e mais recente UTMB do país. É feita uma comparação das características funcionais das infra-estruturas dos dois casos de estudo.

- **Metodologia** – A metodologia discrimina a forma de tratamento de dados, os pressupostos subjacentes a todos os cálculos, os indicadores a calcular e os motivos que levam a optar por determinada fonte para os calcular e transpô-los para o nível nacional. É feita a explicação acerca das projecções de quantidades no horizonte temporal de 2009 a 2016, bem como aos cálculos das metas impostas para a SPV em 2011, em termos de reciclagem de RE. Justificam-se todas as formas de cálculo e de determinação das taxas de recuperação de RE do TMB, bem como da sua contribuição para as quantidades totais encaminhadas para reciclagem ou valorizadas, em relação a todos os cenários criados.

- **Análise de Resultados** – Neste capítulo apresentam-se todos os indicadores calculados e analisam-se os resultados respeitantes à situação actual de retomas, às capacidades de processamento das UTMB consideradas para o estudo, bem como o seu potencial de recicláveis e respectivas taxas de recuperação de RE, consoante o cenário previsto, moderado ou optimista. Para as projecções até 2016, calculou-se o cenário base (sem qualquer UTMB nova) e respectivas contribuições de cada um dos cenários hipotéticos referidos, aferindo a prestação destes métodos para o alcance das metas e aumento das quantidades de RE encaminhadas para reciclagem até 2016, através de uma análise comparativa.

- **Conclusão** – Tendo por base os resultados da análise efectuada, é possível concluir a mais-valia do método de TMB para a recuperação de RE e posterior encaminhamento para reciclagem, em Portugal Continental. Aqui descrevem-se as limitações do estudo e fundamentam-se as linhas de orientação para estudos futuros, para os quais este possa servir de base, com informações úteis.

## 2 Revisão da Literatura

### 2.1 Gestão de RE

#### 2.1.1 Política e legislação comunitária e nacional em matéria de valorização de embalagens

##### 2.1.1.1 Gestão de Embalagens e RE

A gestão de RE foi pela primeira vez regulamentada pela Comunidade Europeia em 1985, com a publicação da Directiva 85/339/CEE, de 27 de Junho, sobre as embalagens de cartão para alimentos líquidos (ECAL). Com a adesão nacional à Comunidade Europeia, o governo Português, através da resolução do Conselho de Ministros nº 24/90, de 23 de Junho, transpôs essa Directiva e aprovou o 1º Programa Nacional relativo às ECAL (Martinho, 2007).

O principal objectivo desta Directiva centrava-se na redução do impacto ambiental destas embalagens, através da redução do consumo de energia e matérias-primas utilizadas no processo de fabrico e utilização das mesmas, bem como a sua redução, reutilização e reciclagem.

O 2º Programa Nacional nesta matéria, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 14/92, de 23 de Maio, abrangeu os anos de 1991 a 1995. Neste documento, refere-se pela primeira vez a necessidade de criação de sistemas de recolha selectiva na origem e a construção de estações de triagem, a implementar pelas autarquias. Foram também fixadas metas, não só para as embalagens de vidro e de plástico, mas também para as metálicas e de cartão complexo (Martinho, 2007).

Com a criação da **Lei Töpfer**, publicada na Alemanha em 1991, que atribuiu a responsabilidade aos agentes económicos (produtores e distribuidores) pela recolha das embalagens usadas, atendendo aos objectivos legais de recolha e reciclagem muito elevados, surgiu pela primeira vez um sistema financeiro que custeasse essa mesma recolha. Cada embalagem colocada no mercado passou a ostentar um símbolo comprovativo do pagamento de uma taxa fixa, com vista a financiar a recolha – o denominado *Símbolo Ponto Verde*. Este Sistema foi gerido pela *DSD – Dual System Deutschland*. A recolha selectiva cresceu tão significativamente na Alemanha, que a indústria de reciclagem não conseguiu dar resposta, e a exportação dos resíduos foi a única solução encontrada nessa altura para este país (Martinho, 2007).

A Directiva 94/62/CE, de 20 de Dezembro, vulgarmente conhecida por *Directiva embalagens*, veio substituir a Directiva 85/339/CEE, de 27 de Junho, e passou a abranger todo o tipo de materiais e de embalagens (primárias, secundárias ou de grupagem e terciárias ou de transporte). Definiram-se objectivos e metas quantitativas para todos os Estados-Membros até 30/06/2001, à excepção da Grécia, Irlanda e Portugal cujo prazo foi prorrogado até 31/12/2005.

Esta Directiva foi alterada em 2004, pela Directiva nº 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro, impondo novas metas para a valorização e reciclagem dos RE, a cumprir, no caso de Portugal, até 31 de Dezembro de 2011. Assim, a comparação das metas impostas pelas duas Directivas encontra-se no quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Metas de Valorização e Reciclagem de RE para 2005 e 2011.

Referência Legal	Metas
Directiva 94/62/CE, de 20 de Dezembro, transposta pelo DL nº 322/95, de 28 de Novembro	<b>Metas a cumprir por Portugal em 2005:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização total de RE: 50-65%</li> <li>• Reciclagem total de RE: 25-45%</li> <li>• Reciclagem de RE de vidro: &gt; 15%</li> <li>• Reciclagem de RE de P/C: &gt; 15%</li> <li>• Reciclagem de RE de Plástico: &gt; 15%</li> <li>• Reciclagem de RE de metais: &gt; 15%</li> <li>• Reciclagem de RE de madeira: sem objectivos mínimos</li> </ul>
Directiva 2004/12/CE, de 11 de Fevereiro	<b>Metas a cumprir por Portugal em 2011:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização total de RE: &gt; 60%</li> <li>• Reciclagem total de RE: 55-80%</li> <li>• Reciclagem de RE de vidro: &gt; 60%</li> <li>• Reciclagem de RE de P/C: &gt; 60%</li> <li>• Reciclagem de RE de Plástico: &gt; 22,5%</li> <li>• Reciclagem de RE de metais: &gt; 50%</li> <li>• Reciclagem de RE de madeira: &gt; 15%</li> </ul>

O Decreto-Lei nº 366-A/97, de 20 de Dezembro (alterado pelo Decreto-Lei nº 162/2000, de 27 de Julho e pelo Decreto-Lei nº 92/2006, de 25 de Maio) transpõe para o direito nacional a Directiva nº 94/62/CE do Parlamento e do Conselho, de 20 de Dezembro, relativa a embalagens e RE (E & RE) (e respectivas alterações), através da concretização do princípio da prevenção da produção de RE, da introdução de critérios auxiliares da definição de «embalagem» e da actualização dos objectivos de gestão de RE.

De acordo com a definição que consta no Decreto-Lei nº 366-A/97, de 20 de Dezembro, consideram-se **embalagens** *todos e quaisquer produtos feitos de materiais de qualquer natureza utilizados para conter, proteger, movimentar, manusear, entregar e apresentar mercadorias, tanto matérias-primas como produtos transformados, desde o produtor ao utilizador ou consumidor, incluindo todos os artigos descartáveis utilizados para os mesmos fins.*

Ainda de acordo com o mesmo Decreto-Lei, a definição de embalagem compreende as embalagens urbanas, utilizadas nos sectores domésticos, comercial ou de serviços, e aquelas que, pela sua natureza ou composição, são similares às embalagens urbanas, bem como todas as demais embalagens, empregues em fins industriais ou outros, incluindo as embalagens de categoria primária, secundária e terciária.

O Artigo 2º do Decreto-Lei mencionado define **reciclagem**, como um reprocessamento, num processo de produção, dos resíduos de embalagem para o fim inicial ou para outros fins, incluindo a reciclagem orgânica, mas não a valorização energética.

Por sua vez, a **reciclagem orgânica**<sup>1</sup>, consiste no tratamento aeróbio (compostagem) ou anaeróbio (biometanização), através de microrganismos e em condições controladas, das partes biodegradáveis dos RE, com produção de resíduos orgânicos estabilizados ou de metano, não sendo a deposição em aterros considerada como forma de reciclagem orgânica.

<sup>1</sup> O Decreto-Lei nº 366-A/97, de 20 de Dezembro alargou o conceito da reciclagem orgânica, passando também a incluir a biometanização.



A norma da valorização orgânica (EN 13432:2000), *Embalagem – Requisitos para embalagens valorizáveis por compostagem e biodegradação – Programa de Ensaios e Critérios de avaliação para a aceitação final das embalagens*, especifica os requisitos e os métodos a usar na determinação da possibilidade de se compostarem ou de se biogaseificarem as embalagens e os seus componentes. Esses requisitos tiveram em linha de conta diversas características entre as quais a biodegradabilidade, a capacidade de decomposição durante o TB, bem como o efeito sobre o processo de TB e sobre a qualidade do composto obtido desse modo.

Em moldes gerais, no Artigo 3º do Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro, a definição de **gestão de resíduos** engloba as operações de recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, incluindo a monitorização dos locais de descarga após o encerramento das respectivas instalações, bem como o planeamento dessas operações.

### **2.1.1.2 Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB)**

São considerados RUB os resíduos urbanos que podem ser sujeitos a uma decomposição aeróbia ou anaeróbia, incluindo toda a fracção orgânica dos RSU, como resíduos alimentares e de jardim, bem como o P/C. Adicionalmente a todas as implicações negativas que este tipo de resíduo causa nos aterros (produção de biogás, lixiviados com elevada carga orgânica, utilização de espaço, entre outras), o material P/C é um recurso valorizável através da reciclagem e a matéria orgânica pode ser aproveitada para produzir energia e/ou composto para a agricultura (Puna, 2007).

No ano de 2002 verificou-se uma capitação de RSU superior em cerca de 324 kt em relação ao cenário que o PERSU preconizava (crescimento anual de 2% na produção de RSU de 1998 até 2006). Tais quantidades corresponderam a um desvio na ordem dos 7% relativamente aos objectivos traçados. Por este motivo, traduz-se de grande importância uma gestão eficaz dos RUB, tendo em conta que constituem aproximadamente 60% dos RSU produzidos (Puna, 2007).

A Directiva 1999/31/CE, de 26 de Abril, relativa à deposição de resíduos em aterros sanitários, tem como objectivo a garantia de elevados padrões de qualidade na eliminação final de RSU dentro da UE. Pretende incentivar a diminuição significativa da deposição de resíduos biodegradáveis em aterro, nomeadamente através da compostagem e digestão anaeróbia da fracção orgânica e da reciclagem de P/C. A Directiva estabelece metas quantitativas e prevê medidas prioritárias de promoção da triagem e tratamento alternativos, com o intuito de minimizar os elevados impactos ambientais derivados da presença nos aterros destes tipos de resíduos e ainda manter em circulação recursos naturais valiosos.

A Directiva acima mencionada foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei nº 152/2002, de 23 de Maio. Esta Directiva estabelece em três períodos distintos - até 2006, 2009 e 2016 - uma redução gradual dos RUB depositados em aterro, utilizando como base a produção de resíduos em 1995. Nesse ano, em Portugal, segundo o *Eurostat*, terão sido produzidos 2.252.720 toneladas desse tipo de resíduos.

Os quantitativos admissíveis em aterro encontram-se no quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Metas quantitativas e percentuais de resíduos admissíveis em aterro (Decreto-Lei nº 152/2002, de 23 de Maio).

Decreto-Lei nº 152/02	% Admissível (*)	Quantitativo Admissível (t.)
Janeiro 2006	75	1.689.540
Janeiro 2009	50	1.126.360
Janeiro 2016	35	788.452

(\*) Em peso, relativamente ao quantitativo de RUB produzidos em 1995.

Conforme descrito no Artigo 7º do mesmo Decreto-Lei, e como forma de atingir os objectivos acima indicados, foi concluída em Julho de 2003 a Estratégia Nacional de Recuperação de Resíduos Urbanos Biodegradáveis destinados aos aterros (ENRRUBDA).

A estratégia nacional direcciona-se para o aumento e desenvolvimento de sistemas de recolha selectiva da fracção orgânica dos RSU, devendo em 2006 recolher-se 10% dos resíduos orgânicos produzidos em 2002 e aumentar esse valor, por forma a que em 2016 a totalidade desses resíduos seja recolhida selectivamente e devidamente reciclada. Em complemento destes objectivos, a estratégia também preconiza a implementação, em todas as instalações, de uma linha de valorização de resíduos orgânicos provenientes de recolha selectiva.

Quanto à produção, distribuição e aplicação do composto, estava prevista uma acção concertada com o Ministério da Agricultura no sentido de viabilizar e potenciar a sua utilização junto dos utilizadores, sendo também fundamental definir e garantir padrões elevados de qualidade para o produto.

Os objectivos desta Estratégia foram revistos no PERSU II, destacando-se alguns os aspectos importantes (MAOTDR, 2006):

- A definição de objectivos mais reduzidos de reciclagem de P/C;
- O recurso a TM ao longo do horizonte do Plano com menor intensificação da recolha selectiva de RUB;
- A recalendarização do aumento da capacidade instalada de valorização orgânica e TMB, com a produção de composto, para o horizonte intermédio/final do Plano;
- Um decréscimo relativamente às quantidades de RUB destinadas a incineração;
- A diversificação das opções de valorização energética, incluindo a incineração de resíduos provenientes da recolha indiferenciada, bem como a produção e valorização de CDR.

Outras acções a desenvolver no âmbito da estratégia nacional serão:

- A optimização das capacidades disponíveis dos sistemas de gestão;
- O recurso, sempre que possível, a processos de tratamento utilizando as melhores tecnologias disponíveis (MTD);
- A definição de objectivos faseados de recolha selectiva para os vários fluxos (resíduos alimentares e de jardim);
- A promoção do adequado funcionamento das instalações, nomeadamente através da adopção de sistemas de gestão ambiental e/ou rótulo ecológico;
- A criação de (novos) mercados para os produtos resultantes;
- O desenvolvimento de acções de sensibilização ambiental incentivando à participação activa de todos os intervenientes (população em geral, grandes produtores, utilizadores de composto, entre outros).

Desta forma, segundo o PERSU II, as linhas directrizes apontadas pela ENRRUBDA são as seguintes:

- Redução na fonte – com intervenção nos processos de fabrico e compostagem em pequena escala;
- Recolha Selectiva de resíduos orgânicos e de P/C – através de recolha “porta-a-porta”, em ecopontos e ecocentros, com pré-tratamento mecânico;
- Valorização orgânica – através de processos aeróbios, anaeróbios e com pré-tratamento mecânico.

Esta estratégia contempla as localizações e capacidades de instalações a construir pelos Sistemas, cuja decisão teve em conta diversos princípios, entre os quais os seguintes:

- A associação de diversos SMAUT na partilha de instalações comuns;
- A regionalização de objectivos, tendo em conta o envolvimento de todos os SMAUT no cumprimento dos objectivos nacionais da Directiva Aterros;
- A promoção da recolha selectiva de RUB, como base no funcionamento das instalações a construir.

Este último princípio acarreta dificuldades na garantia dos quantitativos propostos, atingindo maiores dimensões em zonas do interior do país onde os efeitos se agravam pelos custos de interioridade, menor concentração populacional e dispersão geográfica.

Em termos de cenários de objectivação para RUB, como forma de garantir as metas propostas, considerou-se necessário escalonar no tempo os sucessivos aumentos de capacidade de valorização orgânica e acautelar que, numa primeira fase, as novas UTMB fossem alimentadas em exclusivo pela matéria orgânica recuperada através dos processos de TM de RSU recolhidos de forma indiferenciada, mesmo que paralelamente se desencadeiem programas de recolha selectiva de RUB.

O aumento da capacidade nacional instalada de TMB permite não só, a recuperação de resíduos para reciclagem, mas também a aposta na produção de CDR, o qual pode evoluir para um produto CSR.

Encontra-se previsto que todas as UTMB possam proceder à valorização orgânica de RUB recolhidos selectivamente, em substituição de RUB recuperados a partir de RSU recolhidos indiferenciadamente. Os SMAUT, sobretudo os de maior dimensão, devem iniciar ou reforçar a recolha selectiva de RUB com vista à valorização orgânica e, ao mesmo tempo, reforçar a capacidade de TM da fracção restante com vista à produção de CDR e respectiva redução de resíduos depositados em aterro.

Todas as ampliações de capacidade de valorização previstas para 2012 e 2015 são baseadas em recolha selectiva de RUB, estimando-se atingir cerca de 50% da valorização orgânica de RUB em 2016 (MCOTA, 2003).

Note-se que o âmbito deste estudo não está relacionado com este tipo de valorização, mas somente com o dos RE. No entanto, as UTMB têm a mais-valia de proporcionar os mais diversos tipos de soluções de recuperação de resíduos, consoante o destino dos mesmos.

### ***2.1.1.3 Lei-Quadro dos Resíduos - Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 Setembro de 2006***

O novo regime jurídico para a gestão de resíduos, Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 Setembro, que substitui o Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro, e transpõe para o direito nacional a Directiva 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, que abrange a regulamentação comunitária sobre esta matéria, tem como princípios orientadores a redução da produção de resíduos, reutilização, reciclagem e valorização.

A necessidade de minimizar a produção de resíduos e de assegurar a sua gestão sustentável transformou-se numa questão de cidadania. Este documento promove o comportamento dos cidadãos no sentido de separar os resíduos na origem, através da criação de uma taxa que penaliza a solução de deposição em aterro. Caso este comportamento não se verifique a taxa sofrerá um sobrecusto.

O Diploma institui ainda novos instrumentos tributários que servem como orientação para comportamento dos operadores económicos e consumidores finais, com o intuito de reduzir a produção de resíduos e promover o seu tratamento eficiente.

A taxa de gestão de resíduos (TGR) criada incidirá, com montante diferenciado, sobre as entidades gestoras de Sistemas de fluxos específicos e sobre os resíduos depositados em aterro.

Constitui um factor crucial na gestão de resíduos, a aceitabilidade dos mesmos por parte do mercado de produtos que incorporem materiais reutilizáveis ou recicláveis. Este é um dos instrumentos que pode garantir que os resíduos sejam efectivamente valorizados e reintroduzidos no sistema económico sob a forma material. Desta forma, devem existir instrumentos que facilitem a troca de resíduos, incentivando a sua procura com vista à sua utilização como recurso, através de um mercado organizado de resíduos (MOR).

O MOR, previsto no novo regime jurídico de gestão de resíduos, trata-se de um instrumento económico por excelência, que permitirá potenciar o valor comercial dos resíduos diminuindo a procura de matérias-primas primárias. O Regime Geral dos Resíduos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, fixa, nos seus artigos 61.º a 65.º, o enquadramento legal e os princípios vectores do MOR, um instrumento económico de índole voluntária que visa facilitar e promover as trocas comerciais de resíduos, potenciando a respectiva reutilização ou valorização através da reintrodução no circuito económico. O MOR deve funcionar em condições que garantam o acesso igualitário ao mercado, a transparência, universalidade e rigor da informação que nele circula e a segurança nas transacções realizadas, bem como o respeito pelas normas destinadas à protecção do ambiente e da saúde pública. Tem como principais objectivos optimizar as operações de gestão de resíduos, prolongar o "ciclo de vida" dos materiais e minimizar os custos de gestão de resíduos (APA, 2009).

Uma das estratégias para promover o intercâmbio de resíduos, ou seja, proporcionar o funcionamento do MOR é o estabelecimento de uma "bolsa de resíduos" assente nas novas tecnologias de informação, apoiada e direccionada para a indústria, que funcione não só como um local de encontro de produtores de resíduos e consumidores de matérias-primas, mas que tenha também um papel activo da promoção das simbioses industriais e na produção e disseminação de informação (APA, 2009).

A alínea b) do ponto 2 do Artigo 58º do Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 Setembro, define que a TGR aplicada aos aterros sujeitos a licenciamento da Autoridade Nacional de Resíduos (ANR) ou das Autoridades Regionais de Resíduos (ARR), é de 2 €/t para os RSU depositados, tendo uma periodicidade anual. Esta taxa visa não só compensar custos administrativos de

acompanhamento dessa actividade, mas também estimular o cumprimento dos objectivos nacionais no que diz respeito a gestão de resíduos.

A Lei nº 64-A/2008, de 31 de Dezembro, altera este Decreto-Lei, prevendo no ponto 3 do artigo 58º, um agravamento em 50% do valor da referida taxa para os resíduos correspondentes à fracção caracterizada como reciclável, de acordo com as normas técnicas aplicáveis aprovadas por Portaria.

Recentemente, a Portaria nº 851/2009, de 7 de Agosto, vem estabelecer as normas técnicas relativas à caracterização de resíduos urbanos, com vista à identificação e quantificação dos resíduos correspondentes à fracção caracterizada como reciclável. Requer-se ainda que as entidades responsáveis pela gestão de RSU devam assegurar esta caracterização dos resíduos da sua área de abrangência, bem como dos que são tratados em instalações de incineração e co-incineração e depositados em aterro, independentemente da sua proveniência geográfica.

#### **2.1.1.4 Nova Directiva-Quadro dos Resíduos – 2008/98/CE, de 19 de Novembro**

A nova Directiva-Quadro dos Resíduos 2008/98/CE, de 19 de Novembro, vem revogar, entre outras directivas, a Directiva 2006/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril de 2006, relativa ao enquadramento legal para o tratamento dos resíduos na Comunidade.

Este documento comunitário vem estabelecer medidas de protecção do ambiente e da saúde humana, tendo em conta a redução e prevenção dos impactos que decorrem de operações de gestão de resíduos, promovendo uma melhoria da eficiência da utilização dos recursos.

Nesta Directiva, considerou-se a prevenção de resíduos prioritária, relativamente à reutilização e reciclagem, deixando como última hipótese a valorização energética dos resíduos, desde que constituam as melhores opções do ponto de vista ecológico. Através da revisão da anterior Directiva, pretende-se incentivar cada vez mais a valorização dos resíduos e a utilização dos materiais resultantes da valorização, com vista à preservação dos recursos naturais.

Um dos princípios directores a nível europeu refere-se ao do “poluidor-pagador”, devendo o produtor e o detentor dos resíduos assegurar a correcta gestão dos mesmos.

Por forma a assegurar um nível elevado de protecção do ambiente e da saúde humana, a Nova Directiva-Quadro pretende ajudar a UE a aproximar-se de uma “sociedade de reciclagem”, procurando utilizar os resíduos como recursos e evitar a sua produção. Os Estados-Membros deverão assim promover a utilização de materiais reciclados, desapoioando sempre que possível a deposição em aterro e a incineração desses materiais reciclados.

Relativamente às operações de reutilização e reciclagem, o Artigo 11º do Capítulo II da presente Directiva estabelece um regime de recolha selectiva até 2015, pelo menos para os materiais papel, metal, plástico e vidro. Um dos objectivos estabelecidos nesta área, consiste na preparação para a reutilização e reciclagem de resíduos domésticos e de outros fluxos com características semelhantes, sofrerem um aumento mínimo global de 50% em peso.

Com o intuito de redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) que provêm da eliminação de resíduos em aterros, revela-se importante promover e facilitar a recolha selectiva dos bio-resíduos<sup>2</sup> e o seu correcto tratamento, a fim de obter composto e outros materiais

---

<sup>2</sup> Consideram-se **bio-Resíduos** os resíduos de jardim biodegradáveis, os resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos restaurantes, das unidades de *catering* e retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos. Nesta categoria não se enquadra o papel, nem a madeira processada.

ambientalmente seguros. A Comissão poderá considerar apresentar propostas de medidas legislativas.

O Artigo 22º do Capítulo III, referente à gestão do bio-resíduo define que os Estados-Membros devem incentivar a recolha selectiva dos mesmos com vista à sua compostagem e digestão anaeróbia, bem como tratá-los adequadamente atingindo um elevado nível de protecção do ambiente. Pretende-se ainda promover a obtenção e utilização de materiais ambientalmente seguros a partir dos bio-resíduos.

Desta forma, e segundo o Green Paper Biowaste as opções de tratamento dos bio-resíduos são (CEC, 2008):

- Recolha selectiva de bio-resíduos, com vista à sua compostagem e digestão anaeróbia;
- Utilização de materiais considerados ambientalmente seguros, produzidos a partir de bio-resíduos;
- Tratamento dos bio-resíduos de forma ambientalmente favorável.

## 2.1.2 Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens

### 2.1.2.1 Funcionamento

No âmbito da legislação nacional em vigor (Decreto-Lei n.º 366-A/97 de 20 de Dezembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 162/2000 de 27 de Julho, e posteriormente pelo Decreto-Lei n.º 92/2006 de 25 de Maio), os operadores económicos são co-responsáveis pela gestão das E & RE, de acordo com a distribuição de responsabilidades, esquematicamente representada na Figura 2.1.

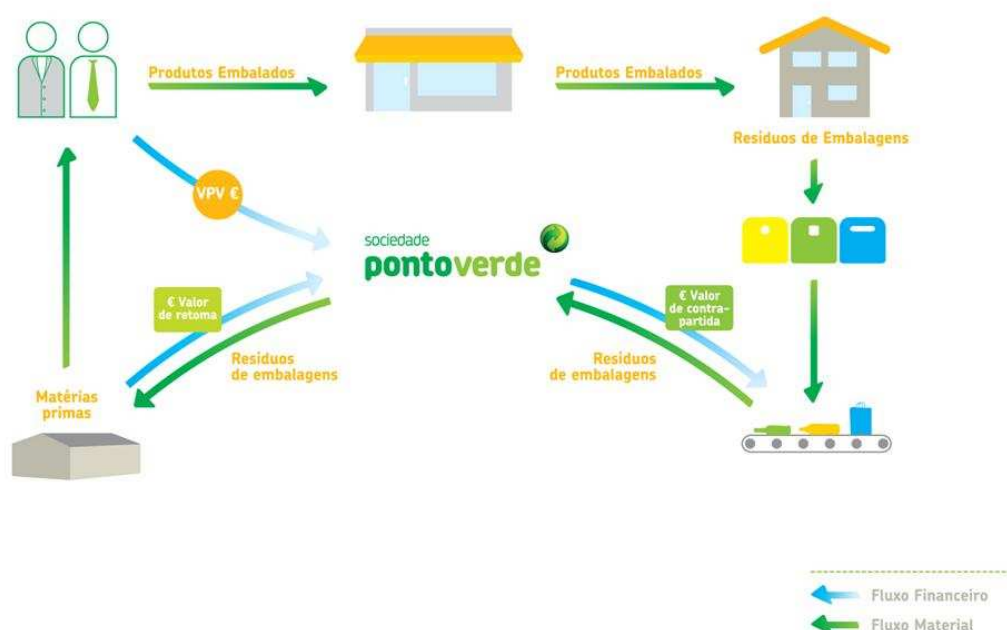


Figura 2.1. Responsabilidades dos intervenientes do SIGRE (SPV, 2009).

Os embaladores e importadores de produtos embalados são responsáveis pela prestação de contrapartidas financeiras, o designado valor ponto verde (VPV) destinadas a suportar os acréscimos de custos com a recolha selectiva e triagem de RE. Esses valores são calculados por peso e tipo de material de cada embalagem colocada no mercado nacional.

Os distribuidores/comerciantes só podem comercializar produtos cujas embalagens cumpram a legislação em vigor, respeitante às E & RE.

Os consumidores e clientes finais das embalagens devem separar os resíduos resultantes por tipo de material, colocando-os nos recipientes próprios providenciados pelos operadores de recolha (*i.e.* ecopontos, ecocentros ou sistemas de recolha porta-a-porta).

Os produtores de RENU têm de proceder dentro das suas instalações, à recolha selectiva e triagem desses resíduos e providenciar a sua valorização, directamente em unidades devidamente licenciadas para o efeito.

Os sistemas inter ou multimunicipais de gestão de resíduos (SMAUT) – têm a responsabilidade de recolher e triar os RE, por tipo de material, disponibilizando-os à SPV que se encarrega de os encaminhar para um destino de valorização e reciclagem devidamente licenciado para o efeito. Nesta transacção de material, o SMAUT recebe da SPV uma contrapartida financeira por tonelada e tipo de material, desde que os resíduos se encontrem conformes as especificações técnicas de cada material. Este valor de contrapartida financeira (VC) pretende compensar os custos adicionais que os SMAUT têm com as operações de recolha selectiva e triagem dos REU.

Os retomadores, fabricantes de embalagens e de matérias-primas de embalagens são responsáveis pela retoma e valorização dos RE, directamente ou através de organizações que tiverem sido criadas para assegurar a retoma e valorização dos materiais recuperados.

O esquema da Figura 2.2. mostra as etapas dos diferentes materiais, desde a sua origem até ao seu destino, bem como alguns produtos obtidos a partir da sua reciclagem.

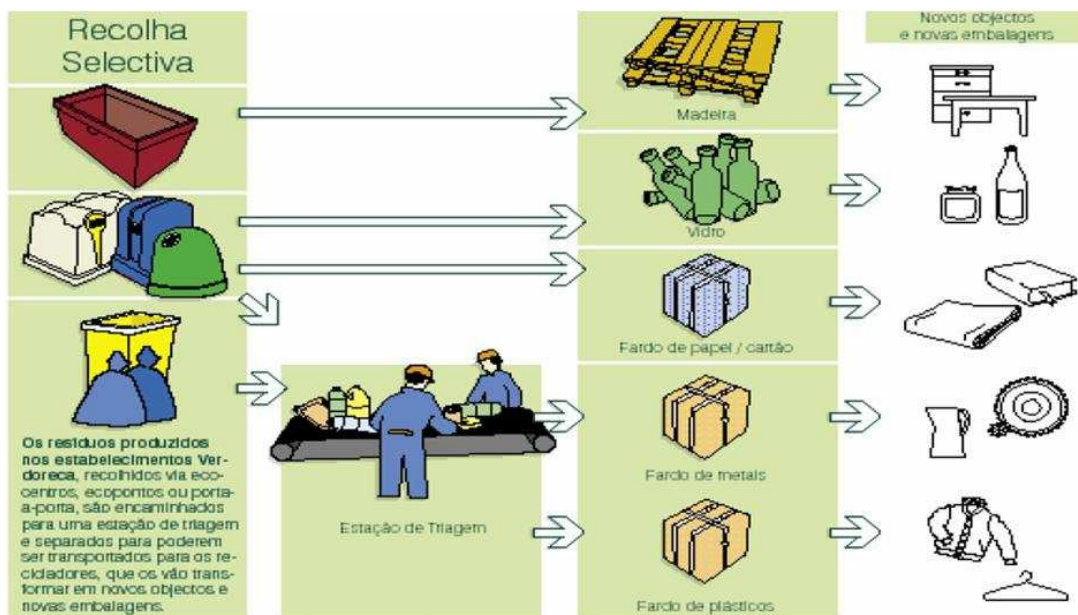


Figura 2.2. Etapas dos diferentes materiais de RE encaminhados para reciclagem e novos produtos resultantes dos mesmos (SPV, 2009).

Para dar cumprimento às obrigações anteriores, os operadores económicos podem optar por submeter a gestão das suas E&RE a um de dois sistemas: o sistema de consignação (aplicável



às embalagens reutilizáveis e não reutilizáveis) ou o SIGRE (aplicável só às embalagens não reutilizáveis). Assim sendo, a responsabilidade de gestão pode ser submetida a uma entidade devidamente licenciada.

O único sistema de consignação criado para embalagens não reutilizáveis, refere-se à marca Água do Marão, comercializada pela empresa António Pereira – Água do Marão, Lda. Este sistema de consignação abrange as embalagens de PET não reutilizáveis com retorno, mediante o pagamento de um depósito por parte do consumidor no momento de aquisição do produto, o qual é devolvido no acto de devolução da embalagem vazia. Esta embalagem retorna ao retomador através do transporte que permite a venda do produto embalado, sendo enviada posteriormente para reciclagem (Martinho, 2007).

Neste contexto, foi criada a SPV, a entidade privada e sem fins lucrativos, responsável pela gestão do SIGRE, licenciada em 1997, por forma a dar cumprimento às suas obrigações ambientais e legais (em nome dos embaladores/importadores, fabricantes de embalagens e materiais de embalagem e distribuidores), através da organização e gestão de um circuito que garanta a retoma, valorização e reciclagem de RE não reutilizáveis.

Posteriormente à SPV, foram ainda constituídas outras duas sociedades gestoras de resíduos de embalagem. A primeira, a Valormed, criada em 1999, é responsável pelo Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens e Medicamentos (SIGREM). A segunda, a SIGERU, entidade responsável pelo Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens de Produtos Fitofarmacêuticos (Sistema Valorfito) (Martinho, 2007).

No entanto, a gestão dos resíduos destas embalagens encontra-se fora do âmbito deste estudo.

### *2.1.2.2 Breve Historial do SIGRE gerido pela SPV*

Os responsáveis pela colocação das embalagens no mercado iniciaram em 1993 a análise e realização de estudos sobre o “Ponto Verde”, optando por seguir o modelo Francês, em detrimento do alemão. Este modelo, gerido pela Eco-emballages, assenta na responsabilidade dos municípios na recolha e considera que os custos que decorrem da implementação de sistemas de recolha selectiva e triagem devem ser suportados pelos agentes económicos, os quais devem responsabilizar pela retoma dos resíduos e não pela sua recolha. Marcel de Botton, um dos fundadores da SPV, teve um papel crucial na formação legal da SPV e do Sistema Ponto Verde (Martinho, 2007).

Em Setembro de 1996, anunciava-se no Diário Económico que “o Ponto Verde vai chegar a Portugal” e, a 19 de Novembro de 1996, é criada a SPV – Sociedade Gestora de Resíduos de Embalagem, S.A., uma sociedade por quotas, sem fins lucrativos. O capital dos seus 140 accionistas iniciais é distribuído da seguinte forma:

- Embopar (embaladores/importadores) – 54,2%;
- Dispar (Distribuição) – 20%;
- Interfileiras (Fabricantes de embalagem e de materiais de embalagem) – 20%;
- Logoplaste e 14 autarquias – 5,8%.



A Interfileiras divide-se pelas diversas Fileiras de material, sendo constituída pelas fileiras do vidro (AIVE-CERV), do cartão (RECIPAC), do plástico (PLASTVAL), do metal (FIMET) e da madeira (EMBAR).

A licença foi atribuída à SPV pelos Ministérios do Ambiente e da Economia, por um período de 6 anos, a 1 de Outubro de 1997, para a gestão do SIGRE, também conhecido por Sistema Ponto Verde, no que respeita a REU e equiparadas a urbanas.

O Sistema arrancou em Fevereiro de 1998 e a primeira retoma aconteceu em Julho de 1998, encaminhando para o retomador Batistas RE de aço provenientes da triagem da Estação de Compostagem de Setúbal, gerido nessa altura pela Koch de Portugal.

O licenciamento sofreu uma extensão à gestão de RENU (*i.e.* industriais e de comércio e serviços), tendo sido publicada na Decisão Conjunta dos Ministros da Economia e do Ambiente e do Ordenamento do Território, a 1 de Outubro de 2000.

A primeira licença sofreu uma prorrogação até 1 de Abril de 2004. A segunda licença só foi publicada em Dezembro de 2004, apesar de ter efeito a partir de 1 de Abril de 2004, com um período de 7 anos, ou seja, até 31 de Dezembro de 2011.

Nesta fase, está assegurada a gestão de todos os tipos de materiais de embalagens não-reutilizáveis, colocados no mercado nacional, desde que tenham pago o VPV.

Na nova Licença, a SPV compromete-se a cumprir os objectivos previstos na legislação, através do aumento progressivo das quantidades em peso de embalagens declaradas, com o objectivo de as fazer aproximar das quantidades colocadas no mercado nacional e aproximar os valores de reciclagem aos quantitativos mínimos nacionais.

A nível de adesão dos SMAUT ao SIGRE, a Figura 2.3. mostra a evolução existente a nível Nacional. O único município no Continente que ainda não aderiu a este Sistema é o da Covilhã.

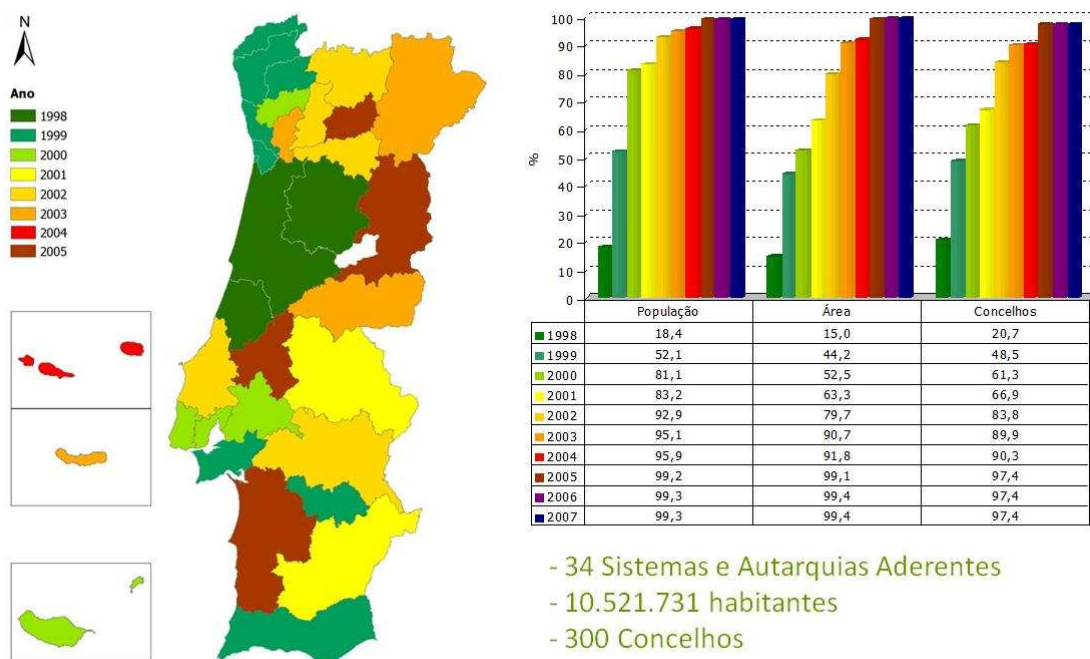


Figura 2.3. Mapa descritivo da evolução da adesão nacional ao SIGRE (SPV, 2009).

No que respeita ao fluxo não urbano que engloba os RE provenientes da indústria e do comércio e serviços, a SPV deixa de ter a responsabilidade desse circuito, não interferindo no mercado, nem atribuindo um destino final para os resíduos em causa. No entanto, através da celebração de contratos com os Operadores de Gestão de Resíduos (OGR) deste fluxo, e do pagamento de um valor de informação e motivação (VIM), a SPV monitoriza as quantidades encaminhadas para reciclagem e valorização, mediante o controlo de cumprimento dos procedimentos ambientais e dos requisitos mínimos de correcta separação no local de produção. Este VIM pretende compensar estes OGR pelos custos de gestão administrativa dos dados reportados mensalmente. O denominado Modelo Extra-Urbano encontra-se em funcionamento desde Abril de 2006, com retroactivos ao segundo semestre de 2005.

A quantificação dos RE geridos neste fluxo tem um papel preponderante no objectivo de atingir as metas de reciclagem e valorização a que a SPV se vê obrigada.

A figura 2.4. representa esquematicamente os fluxos material e financeiro relativos ao Modelo Extra-urbano.



Figura 2.4. Fluxo esquemático financeiro e de informação do Extra-Urbano (SPV, 2009).

Assim sendo, as principais fontes de receitas da SPV são o VPV pago pelos embaladores e o valor de retoma (VR) pago pelos Retomadores pelos RE que têm valor. Sendo um sistema sem fins lucrativos, as receitas aplicam-se no pagamento do VC aos SMAUT, do VIM aos OGR e do valor de informação complementar (VIC) aos SMAUT que reportem quantidades de fluxos complementares, como é o caso dos RE provenientes da triagem das UTMB. Este fluxo começou a ser gerido desta forma a partir de Janeiro de 2007.

Existe ainda uma componente financeira de apoio a projectos de investigação e desenvolvimento (I&D), no sentido de promover a melhoria das capacidades de reciclagem e valorização dos RE, com especial enfoque no seu carácter inovador, bem como no possível aproveitamento de materiais cujo destino actual é a eliminação.

Segundo a proposta de programa de prevenção de resíduos urbanos, a SPV tem ainda como responsabilidades (INETI, 2009):

- Assumir o compromisso de aumentar progressivamente as quantidades em peso de embalagens declaradas, com o objectivo de fazer aproximar essas quantidades as colocadas no mercado nacional, e assumir objectivos de reciclagem em relação ao conjunto de embalagens que lhe são declaradas, adoptando o compromisso de aproximar os valores de reciclagem dos quantitativos mínimos nacionais;
- Garantir junto dos distribuidores que as embalagens não reutilizáveis estão abrangidas pelo SIGRE;
- Promover a sensibilização e educação ambiental junto dos consumidores;
- Apoiar programas de investigação que fomentem o desenvolvimento do mercado de produtos e materiais reciclados.

Com o objectivo de poupar os recursos e minimizar os resíduos, todo o sistema de gestão de E&RE deve ser optimizado com vista à prevenção destes resíduos e à reutilização de embalagens usadas, bem como à reciclagem e outras formas de valorização de RE e consequente redução da sua eliminação final. Segundo o Green Paper Biowaste (CEC, 2008), o facto de se ter verificado nos últimos anos, por um lado, um aumento significativo das quantidades de RSU, associado ao incremento da proporção de RE e, por outro, uma redução da reutilização de embalagens, contribui para a necessidade de adoptar rapidamente medidas.

## **2.2 Sistemas de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB)**

### **2.2.1 Descrição dos processos**

#### **2.2.1.1 Definições e terminologia**

O TMB consiste num processo de tratamento de resíduos indiferenciados através de meios mecânicos, que removem algumas fracções, e biológicos que tornam a fracção residual mais estável e com características aceitáveis para outras utilizações (Juniper, 2005).

O TMB não é considerado como uma tecnologia individual, nem constitui uma solução completa, mas engloba uma grande variedade de tipos de processos mecânicos e biológicos, combinados de formas diferenciadas consoante o objectivo que pretendem alcançar (Juniper, 2005).

O “T” refere-se ao “Tratamento” e engloba os diversos elementos processuais que, em conjunto, criam um processo mecânico e biológico.

O “M” relativo a “Mecânico” engloba os mecanismos de separação/triagem e redução de dimensão que, dispostos em diversas configurações, possibilitam a obtenção de material passível de ser reciclado, e outro que seguirá para um processo biológico.

O “B” de “Biológico” refere-se a processos aeróbicos ou anaeróbicos que convertem os resíduos biodegradáveis em composto e, no caso da digestão anaeróbia, também em biogás (Juniper, 2005).

Este tratamento combinado permite que o refugo obtido que será encaminhado para aterro sanitário, possua características menos desfavoráveis para o ambiente na medida em que (GTZ, 2000):

- Reduzem o lixiviado e as emissões de gás;
- Prolongam a vida-útil do aterro, através da diminuição do volume de enchimento e facilidade de compactação.

Os processos de TMB são ainda pouco conhecidos e desenvolvidos em Portugal, no entanto, constituem métodos já enraizados em diferentes países da Europa, tendo-se desenvolvido e aperfeiçoado na última década (Juniper, 2005).

### 2.2.1.2 Tratamento Mecânico

Relativamente ao **pré-tratamento** de resíduos numa UTMB, este processo consiste em separar a fracção orgânica de outros tipos de resíduos que não são utilizados para decomposição aeróbia ou anaeróbia, considerados contaminantes como vidros, plásticos, papel, cartão, têxteis e volumosos.

A maior parte das técnicas de pré-tratamento aplicadas são de natureza mecânica. As TMB podem incluir diversos destes processos em vários circuitos. Existem duas etapas essenciais em qualquer pré-tratamento de resíduos desta natureza (Bardos, 2004):

- Redução de tamanho através de moagem ou rasgo;
- Existência de crivagem com diversos diâmetros de abertura com vista à separação por tamanhos e posterior triagem.

A separação eficaz alcança-se através da diferenciação pelo tamanho, forma, densidade ou propriedades electro-magnéticas. A possibilidade de abrir ou rasgar sacos é tipicamente conseguida através do atrito, normalmente em tambores com facas, ou os designados abridores de sacos que permitem que o seu conteúdo se espalhe.

Nas figuras 2.6. e 2.7. representa-se esquematicamente o funcionamento de uma UTMB automática e de uma manual, respectivamente.

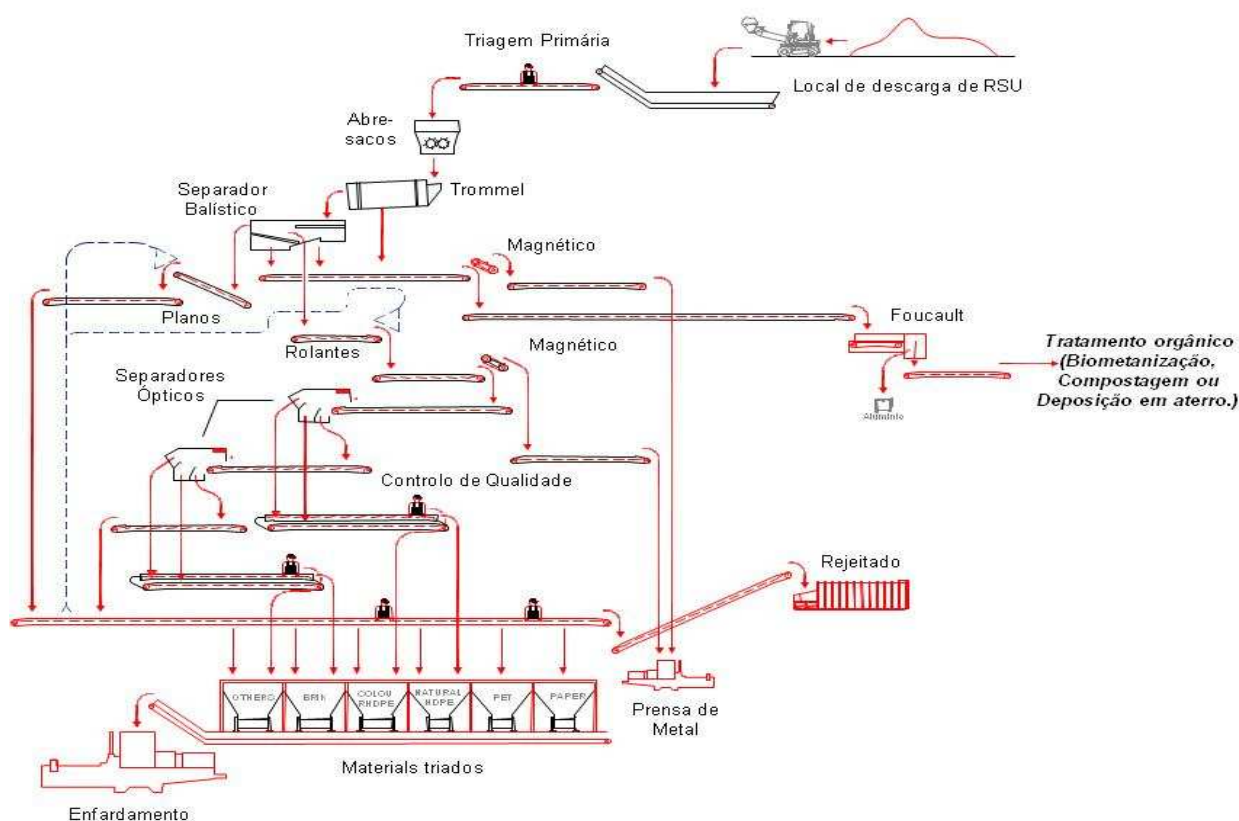


Figura 2.5. Exemplo de uma UTMB automática (Eco-emballages, 2007).

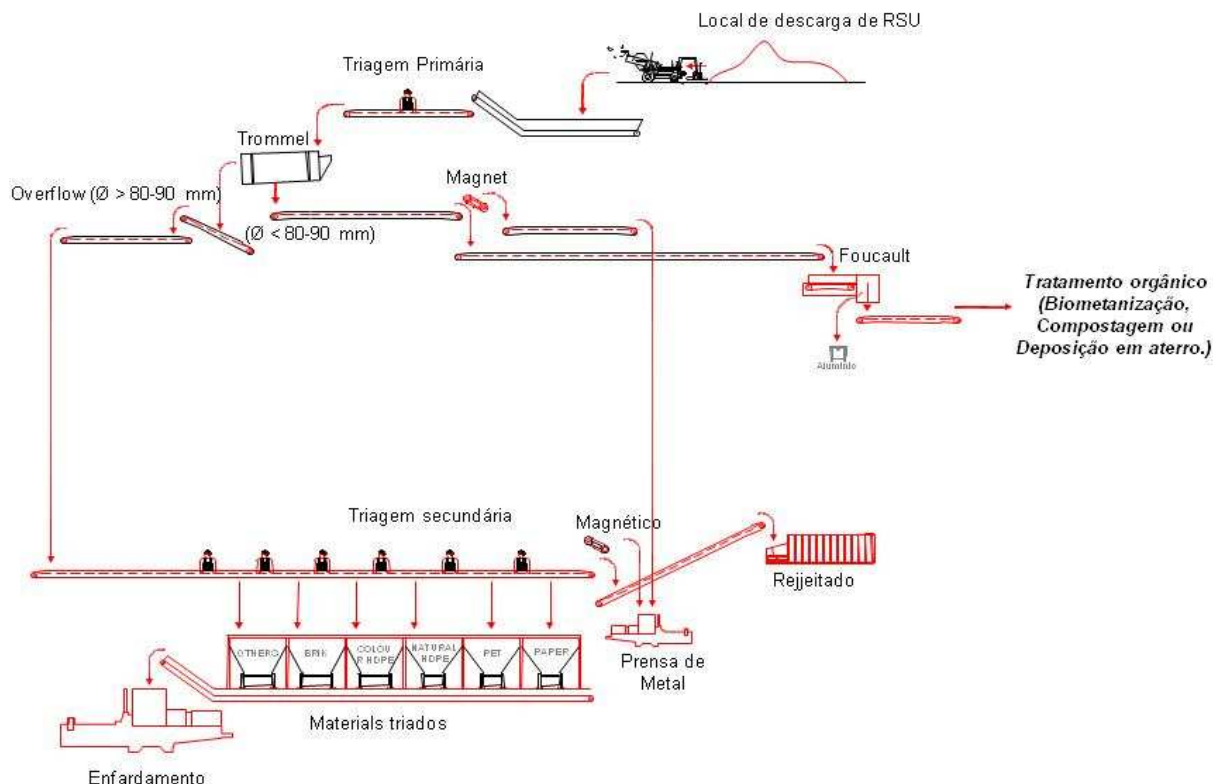


Figura 2.6. Exemplo de uma UTMB manual (Eco-emballages, 2007).

Descrevem-se de seguida as operações unitárias pelas quais os resíduos passam numa UTMB, segundo Varejão (s.d.):

### A. Abre-sacos

Normalmente, a fracção orgânica que chega às UTMB provém da recolha selectiva ou indiferenciada e vem fechada em sacos plásticos. Há alguns anos atrás, a metodologia utilizada para romper esses sacos e libertar o material que lá se encontra, consistia em colocar lâminas no tambor do crivo rotativo. Actualmente, já existem métodos mais eficazes através da utilização de máquinas abre-sacos, que além de os romper, doseia o material que segue no tapete transportador a jusante.

Estas máquinas têm normalmente um rotor com lâminas incorporadas em forma de espiral, e um conjunto de lâminas fixas, cuja abertura de corte pode ser regulada. Esta regulação pode controlar o estado e o fluxo de material que sai. O esforço que é induzido a este tipo de máquinas é pouco significativo e os seus componentes sujeitos a desgaste não serão particularmente afectados, tendo em conta que a sua função é romper e não triturar, apresentando períodos de vida útil bastante prolongados.

### B. Pré-triagem manual

Após a abertura dos sacos, o material que se encontrava no seu interior está agora solto, o que facilita uma operação de pré-triagem manual. Esta etapa é especialmente importante nos países do sul da Europa, tendo em conta que os RSU apresentam um grau de heterogeneidade que obriga a remoção da fracção inorgânica para obtenção da orgânica. Os principais materiais aqui removidos são os volumosos e os vidros (alguns dos quais, ainda assim, chegam intactos).

### C. Crivo Rotativo

A existência de um crivo rotativo, também designado por *trommel*, numa instalação de pré-tratamento para compostagem é indispensável. Este equipamento permite a separação de materiais de diferentes dimensões. É constituído por um tambor perfurado e montado com uma ligeira inclinação. Este tambor rotativo faz com que a fracção fina, considerada orgânica, passe através dos orifícios do tambor, enquanto que a fracção de dimensões superiores seja expelida pelo lado contrário do tambor.

Estes equipamentos constituem máquinas muito robustas, de manutenção simples e de fácil acesso a todas as unidades. É possível dimensioná-las para separar até três fracções. A fracção fina que cai pelos orifícios vai directamente para valorização orgânica, ao passo que a fracção média segue para um separador balístico. A fracção de dimensões superiores deve ser encaminhada para uma linha de triagem para recuperação de materiais para reciclar.

### D. Separador Balístico

O equipamento designado por separador balístico pode separar até três fracções. Esta máquina é alimentada, como já referido anteriormente com a fracção média proveniente do crivo rotativo. O separador balístico é constituído por um conjunto de chapas perfuradas que estão montadas inclinadamente, paralelas umas às outras.

Os resíduos orgânicos que não foram retirados pela malha mais fina do crivo rotativo são agora recuperados pelos orifícios destas chapas e encaminhados para junto dessa fracção com destino ao processo de compostagem.

A inclinação das chapas pretende que os materiais mais pesados, volumosos e com formato mais arredondado (materiais rolantes) sejam conduzidos para a parte inferior, por efeito da gravidade. Estes resíduos são maioritariamente constituídos por embalagens, que devem ser recolhidos por um tapete transportador e encaminhados para uma linha de triagem para aproveitamento dos materiais cujo destino é a reciclagem.

A fracção dos materiais planos, devido ao movimento das placas, desloca-se para a parte superior. Os materiais que daqui resultam vão unir-se à fracção grande do crivo rotativo anteriormente falado e seguem para uma linha de triagem de papel/cartão, sendo aproveitados para reciclagem após remoção de contaminantes.

Na figura 2.7. apresenta-se esquematicamente o funcionamento de um separador balístico.

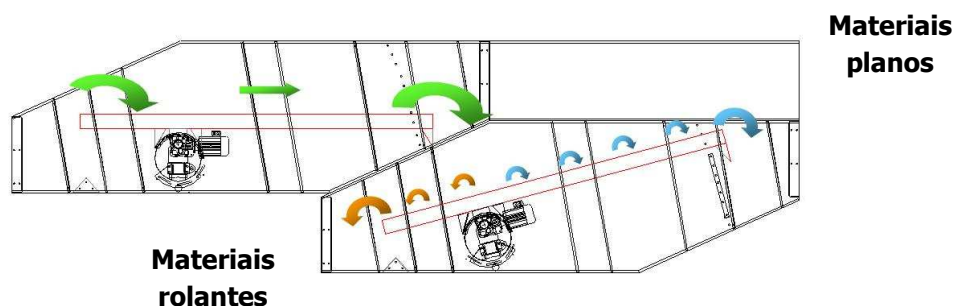


Figura 2.7. Esquema funcional de um separador balístico (Eco-emballages, 2007).



### E. Separador Magnético

O separador magnético é um equipamento de grande importância numa unidade de pré-tratamento e constitui a última etapa pela qual a fracção orgânica passa antes de seguir para valorização. Como o nome indica, é constituído por um potente electroímã que serve de estrutura principal e de suporte a uma pequena tela nervurada que o envolve.

Os elementos ferrosos que circulam nos resíduos espalhados pelo tapete quando entram no campo magnético gerado pelo electroímã, são atraídos por este e vão de encontro à tela transportadora que o rodeia. Os ferrosos são arrastados pela nervura da tela para fora do alcance do campo magnético desprendendo-se para uma cuba. Este equipamento tanto pode ser montado de forma transversal sobre o tapete, como de forma longitudinal na cabeça do mesmo.

### F. Corrente de *Foucault*

Os materiais não-ferrosos, como o alumínio são separados através de um equipamento denominado corrente de *Foucault* que funciona através de indução do material que passa no tapete, tal como exemplifica a figura 2.8.

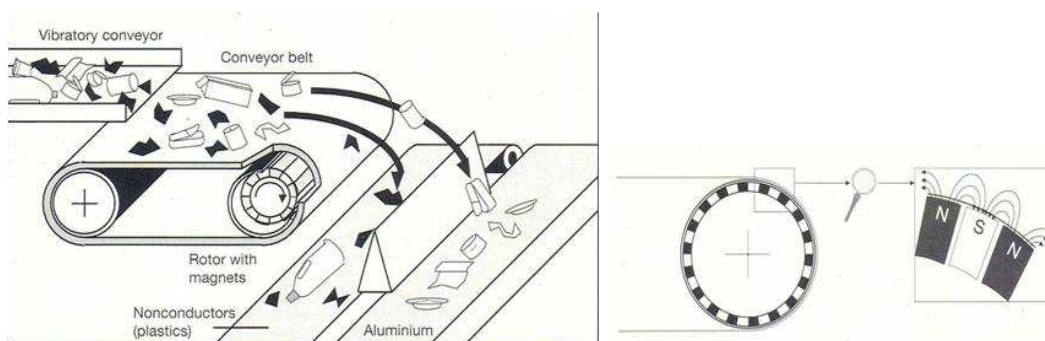


Figura 2.8. Esquema de separação dos materiais não-ferrosos, através de um separador balístico (Eco-emballages, 2007).

### G. Separadores ópticos

O separador óptico é um equipamento que possibilita a triagem de acordo com o tipo de material, cor e forma. Através de uma válvula de ar que propulsiona ar na fracção desejada, é possível separá-la da indesejada que cai num tapete transportador, tal como se demonstra na figura 2.9.

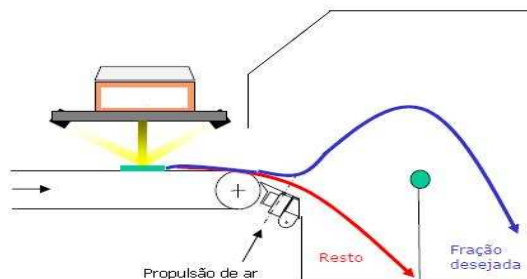


Figura 2.9. Esquema de separação através de separação óptica (Atienza, 2006).

Note-se que nas estações automatizadas, os separadores ópticos e por fluxo de ar actuam na fracção dos rolantes, com o intuito de maximizar os recicláveis de plástico encaminhados para reciclagem, nomeadamente os resíduos de embalagem de PET, PEAD e compósitas, bem como o alumínio, nos casos em que não exista nenhuma separação de metais não-ferrosos por corrente de *Foucault*.

## H. Sistema de Aspiração

Algumas estações de TMB possuem no seu tratamento mecânico sistemas de aspiração, cujo objectivo primordial consiste em aspirar material filme plástico, permitindo uma maior eficácia da separação dos outros materiais que ficam muito mais disponíveis e espalhados no tapete.

Para além dos materiais recicláveis obtidos a partir do TM, sobram mais duas fracções importantes:

- A fracção fina, constituída essencialmente por matéria orgânica e materiais inertes de pequenas dimensões que contêm areias, vidro, restos cerâmicos e ainda restos de papéis e plásticos. Esta fracção é a que prossegue para TB.
- Os resíduos que não possuem viabilidade para encaminhamento para reciclagem, denominado refugo, que podem ser direccionados para CDR com vista à sua valorização energética (com ou sem trituração prévia).

### 2.2.1.3 Tratamento Biológico

O Green Paper Biowaste é um documento que estuda todas as questões relacionadas com o *Bio-Resíduo* e incide sobre os alicerces a aplicar na sua futura gestão. Constitui um documento de enquadramento comunitário, que pretendeu até 15 de Março de 2009 apresentar todas as questões e contribuições sobre as actuais políticas de gestão deste tipo de resíduos, junto da Comissão da EU (CEC, 2008).

Segundo este documento, uma das técnicas de gestão de *Bio-Resíduo* mais utilizadas consiste no TB (que inclui compostagem e digestão anaeróbia). A classificação do processo varia consoante o destino final do produto originado. Desta forma, considera-se reciclagem se o composto ou o digerido obtido é aplicado no solo. Caso contrário, classifica-se como pré-tratamento para a deposição em aterro ou para valorização energética.

A digestão anaeróbia também pode ser considerada como uma forma de valorização energética, uma vez que o biogás é utilizado com o propósito de produção de energia.

Por sua vez, a compostagem constitui um processo biológico que transforma a matéria-orgânica num resíduo biológico considerado estável, através da libertação de água, dióxido de carbono, iões inorgânicos e calor. O processo é aeróbico e realiza-se a elevadas temperaturas causadas pelo calor libertado no processo biológico (Bardos, 2004).

A composição física, química e biológica dos resíduos provenientes da separação mecânica dos RSU é altamente diversificada. Um dos problemas associados à obtenção de material para compostar desta forma consiste na sua possível contaminação com elementos residuais e inertes, *i.e.*, elementos não-compostáveis, o que diminui a sua qualidade e aptidão para obter um composto final com qualidade para fins agrícolas. O melhor composto obtido da separação mecânica dos RSU pode ser semelhante em termos de presença de contaminantes residuais ao pior composto que se obtenha de uma recolha dedicada de materiais biodegradáveis (Bardos, 2004).

Esta degradação biológica aeróbia dos resíduos orgânicos até à sua estabilização, origina uma substância húmica, designada de **composto**, utilizada como corrector dos solos. O composto



obtido considera-se como o produto da compostagem e não de nenhum outro processo como digestão anaeróbica ou mistura.

Tratando-se de um processo aeróbio controlado, no qual actua uma população heterogénea de microrganismos, como bactérias, fungos e alguns protozoários, em diferentes etapas, pode suceder-se que alguns sejam patogénicos (Martinho, 2000).

A obtenção de um produto de qualidade, *i.e.*, suficientemente estabilizado (composto) requer um rigoroso controlo de diversos factores durante o processo aeróbio. Entre esses factores encontram-se a relação carbono-azoto (C/N), temperatura, taxa de oxigenação, bem como uma selecção criteriosa dos resíduos iniciais.

A figura 2.10. representa esquematicamente os fluxos de entradas e saídas do processo de compostagem.

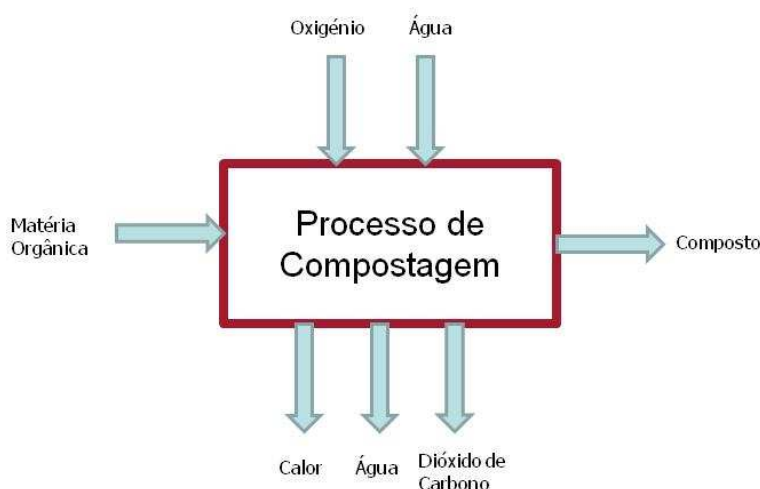
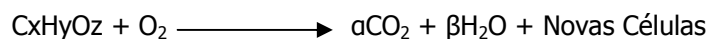


Figura 2.10. Análise esquemática das entradas e saídas do processo de Compostagem (Martinho e Gonçalves, 2000).

Os microrganismos aí existentes, encontrando-se na presença de oxigénio, num ambiente quente e húmido, vão degradando a matéria orgânica dos RSU. O ar que se liberta da câmara de compostagem caracteriza-se pelo seu mau odor, uma vez que provém da decomposição da matéria orgânica. Para eliminar este impacto ambiental negativo, o ar deve ser desodorizado através de um processo conjunto de lavagem e de biofiltração. O ar sofre regeneração diversas vezes ao dia e o biofiltro compõe-se essencialmente por cascas de pinheiro, raízes de madeira, argilas e areias (Puna, 2007).

O processo aeróbio, traduz-se na seguinte equação química:



Um processo de compostagem divide-se normalmente nas seguintes etapas:

- pré-tratamento (referido anteriormente);
- preparação do material estruturante;
- mistura;
- compostagem;
- afinação.

Para que o processo ocorra da melhor forma é muito importante a quantidade de materiais fermentáveis, mas também a existência de materiais inorgânicos como terra, vidro e metais, possui um papel relevante, uma vez que contêm uma grande percentagem de substâncias alcalinas que podem neutralizar os ácidos gerados durante o processo de decomposição.

Outros factores que ajudam a aferir a evolução do processo de compostagem são o cheiro, a cor, a textura ou granulometria, pois dão indicações sobre o estado e condições de evolução do composto.

Segundo estas premissas, quando se obtém um composto de boa qualidade, este poderá ser armazenado em condições de segurança e ser aplicado no solo sem impactos no ambiente ou na saúde pública, como correctivo orgânico. Esta utilização poderá trazer diversos benefícios (Lipor, 2009):

- Melhoria da estrutura do solo, e actua como adubo, através da adição de matéria orgânica;
- Utilização de fungicidas naturais e organismos benéficos que ajudam a eliminar organismos causadores de doença, no solo e nas plantas, passando os nutrientes e oligoelementos essenciais da parte mineral do solo para as plantas;
- Limitação da solubilidade dos nutrientes primários (e.g. azoto, fósforo e potássio) e seu arrastamento;
- Sustentabilidade do uso e melhoramento da fertilidade do solo;
- Capacidade de retenção de água nos solos e porosidade dos solos argilosos;
- Redução no uso de herbicidas e pesticidas;
- Redução da contaminação e poluição atmosférica;
- Envolvimento dos cidadãos para ajudar a mudar estilos de vida.

Apesar da compostagem ser um processo simples, nem sempre é bem realizado, causando descrédito na opinião pública em geral. Tal facto pode suceder-se pelos elevados custos operacionais, pela complexidade excessiva de muitos sistemas de tratamento e pela baixa qualidade do composto produzido, que poderá eventualmente causar riscos para o ambiente e para a saúde pública.

A duração do processo de compostagem, lento ou acelerado, varia com a tecnologia que se utiliza e com a maturidade requerida para o composto. O tipo de afinação realizada depende da utilização final do composto, das condições de mercado e das obrigatoriedades legais. Este processo permite efectuar a separação de materiais recicláveis, que não foram anteriormente segregados, e de rejeitados de pequenas dimensões. Também nesta etapa é possível recolher separadamente poeiras (Puna, 2007).

Qualquer estação de compostagem necessita de um aterro sanitário de apoio, quer para a deposição dos resíduos não compostáveis nem recicláveis, quer para deposição de emergência (quando de uma eventual paragem por avaria ou por manutenção prolongada da instalação).

É de salientar que o tratamento de resíduos por compostagem possui a vantagem de obter um produto final com características que possibilitam a sua utilização como correctivo orgânico, sendo um fertilizante que se destina, sobretudo, a fornecer matéria orgânica. A esta vantagem adicionam-se ainda benefícios sanitários, económicos e ambientais, se o tratamento for correctamente operado.

Este composto obtido constitui um produto de extrema utilidade em Portugal, tendo em conta que as condições climáticas favorecem a mineralização da matéria orgânica, motivo pelo qual os solos portugueses se apresentam, de um modo geral, pobres neste constituinte (Martinho, 2000).

Outro factor muito importante para aferir a qualidade dos correctivos orgânicos é a análise dos quantitativos de metais pesados, tendo em conta que constituem o principal factor limitante ao uso de composto orgânico proveniente dos RU. Também não se deve descurar importância de outros aspectos como a quantidade de inertes (particularmente o vidro) e de compostos orgânicos tóxicos de degradação lenta (e.g. detergentes, pesticidas, fenóis, hidrocarbonetos) que estejam presentes no composto (Martinho, 2000).

Em Portugal não há padrões de qualidade para o composto e, consequentemente, utiliza-se a norma referente à aplicação de lamas aos solos (Portaria 176/96, de 3 de Outubro). Existem sistemas de gestão de RUB que utilizam normas de outros países europeus ou têm em conta a proposta de norma técnica, elaborada em 2004, onde são apresentadas valores limites para contaminantes e classes de compostos.

A decomposição dos resíduos orgânicos é também possível através de um processo anaeróbio, que se denomina **biometanização**, ou mais vulgarmente conhecido por **digestão anaeróbia**. Esta actividade ocorre, como o nome indica, na ausência de oxigénio ( $O_2$ ), num sistema fechado (digestor). Os principais produtos que decorrem deste processo são o dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e o metano ( $CH_4$ ), constituintes do biogás. Adicionalmente, são produzidos compostos intermediários, como ácidos orgânicos de baixo peso molecular, alguns voláteis, com elevado potencial de produção de odores fortes e incomodativos.

O biogás obtido pode ser utilizado para a produção de energia eléctrica, aquecimento ou abastecimento de redes de gás municipais. Dependendo da composição do substrato, pode produzir-se normalmente cerca de 200 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada de fracção orgânica digerida (Martinho, 2000).

A estabilização da matéria orgânica dá-se de forma lenta, a temperaturas não muito elevadas, e o resíduo obtido deve ser tratado posteriormente para ser considerado um composto de qualidade estável, podendo acontecer através de uma decomposição aeróbia (compostagem). Se tal não suceder, deve ser considerado um resíduo a eliminar (Martinho, 2000).

A digestão anaeróbia necessita quer de um elevado controlo de diversos factores, como temperatura e emissões, como de uma maior tecnologia relativamente à maior parte dos processos de compostagem. No entanto, possui algumas vantagens, sobretudo no tempo reduzido de tratamento e da possibilidade de recuperar energia.

#### **2.2.1.4 Balanço de massa e energia**

Após a descrição de todos os processos envolvidos numa UTMB, o balanço mássico e de energia é extremamente complexo e divergirá consoante a capacidade de processamento da mesma e a tecnologia associada que fará depender as taxas de recuperação de materiais. No entanto, a título exemplificativo, e tendo em conta os dados mais recentes obtidos, apresenta-se na figura 2.11. o balanço mássico percentual do TMB previsto pela ERSUC – Sistema Multimunicipal de Tratamento e Valorização de RSU do Litoral Centro, para o ano de 2010.

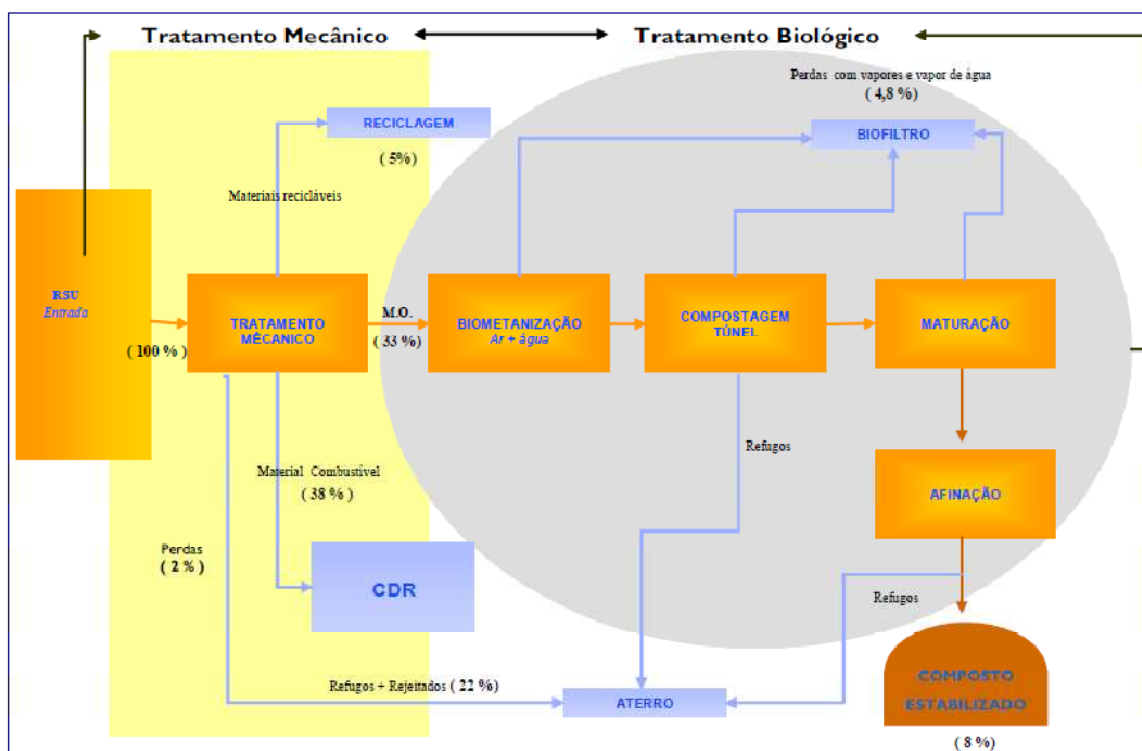


Figura 2.11. Balanço mássico percentual do TMB previsto para 2010 na ERSUC (ERSUC-EGF, 2009).

Tendo em conta o total de entradas de RSU provenientes de recolha indiferenciada, o balanço de massas corresponde à seguinte divisão:

- 5% correspondem a materiais recuperados para reciclagem, dos quais 2% correspondem a recuperação de metais;
- 33% referem-se a material que sai do TM pronto a ser encaminhado para TB, resultando 25% de composto que correspondem a 8% do total de RSU que deu entrada na estação;
- 38% dizem respeito ao material combustível destinado a CDR que será encaminhado para valorização energética ou térmica;
- 2% correspondem a perdas de matéria, nomeadamente emissões gasosas e líquidas do processo;
- 22% constituem refugos e rejeitados encaminhados para aterro.

Apresenta-se na figura 2.12. o balanço mássico da referida unidade, previsto para 2010, em termos quantitativos.

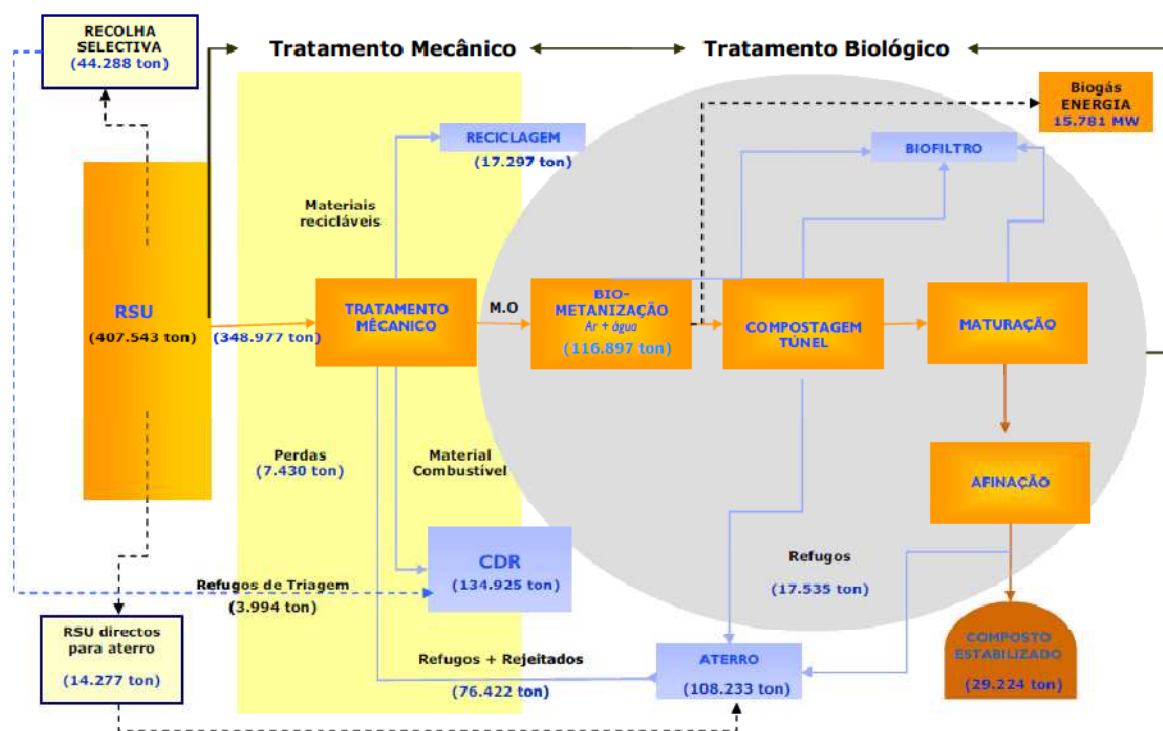


Figura 2.12. Balanço mássico e energético do TMB previsto para 2010 na ERSUC, em termos quantitativos (ERSUC-EGF, 2009).

### 2.2.1.5 Balanço económico

No que respeita a todas as instalações a construir, existe associado um custo de investimento inicial base, que se prende com investimentos de raiz. Relativamente às UTMB existentes, os investimentos necessários serão de substituição, entendidos como necessários à manutenção dos sistemas, de desenvolvimento ou modernização.

No seguimento do balanço de massa e energia exemplificativo de uma UTMB projectada pela ERSUC, apresentam-se nos quadros 2.3. e 2.4. os presumíveis investimentos, segundo o mesmo projecto<sup>3</sup>.

Quadro 2.3. - Investimentos base do TMB, em valores unitários, previstos pela ERSUC (ERSUC-EGF, 2009).

Investimento Base – Valores Unitários		
TMB	Capacidade instalada	Investimento
Terreno	5 ha	15 €/m <sup>2</sup>
Infra-estrutura	360.000 t	200 €/t

<sup>3</sup> Todos os cálculos têm subjacente pressupostos económico-financeiros que se encontram no "Projecto de Tratamento Valorização e Destino Final dos Resíduos Sólidos Urbanos da ERSUC. EGF. 24-04-2009" e que se considera aplicável a todas as outras UTMB projectadas, que variará conforme as especificações de cada uma.

Quadro 2.4. - Investimentos totais do TMB previstos pela ERSUC (ERSUC-EGF, 2009).

Investimento Total (M.€)													
Ano Factor de actualização TMB	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	...	Total
	1,00	1,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,16	1,19	1,2	1,25	1,29	...	...
	0	16.097	39.033	25.205	166	170	0	0	0	542	0	...	<b>81.213</b>

Segundo um estudo efectuado pela GTZ (2001), os custos iniciais de uma UTMB dividem-se proporcionalmente da forma indicada na figura 2.13.

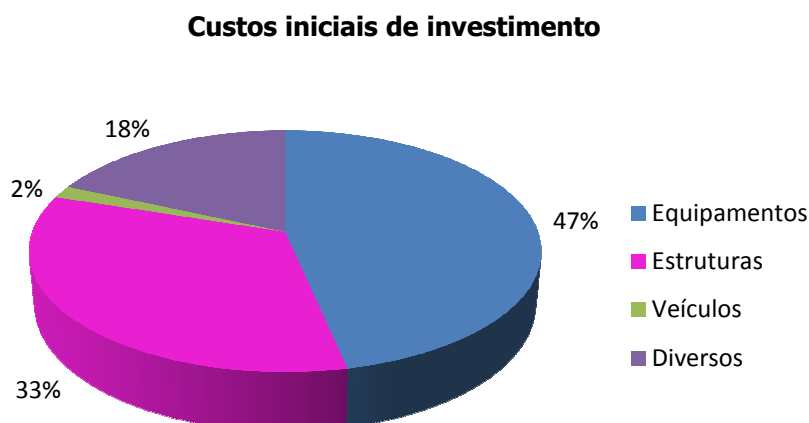


Figura 2.13. Proporções dos custos iniciais de investimento de uma UTMB (GTZ, 2001).

Segundo o mesmo estudo, existe uma série de custos variáveis e fixos associados ao TMB. Os custos anuais, dividem-se normalmente da forma indicada na figura 2.14.

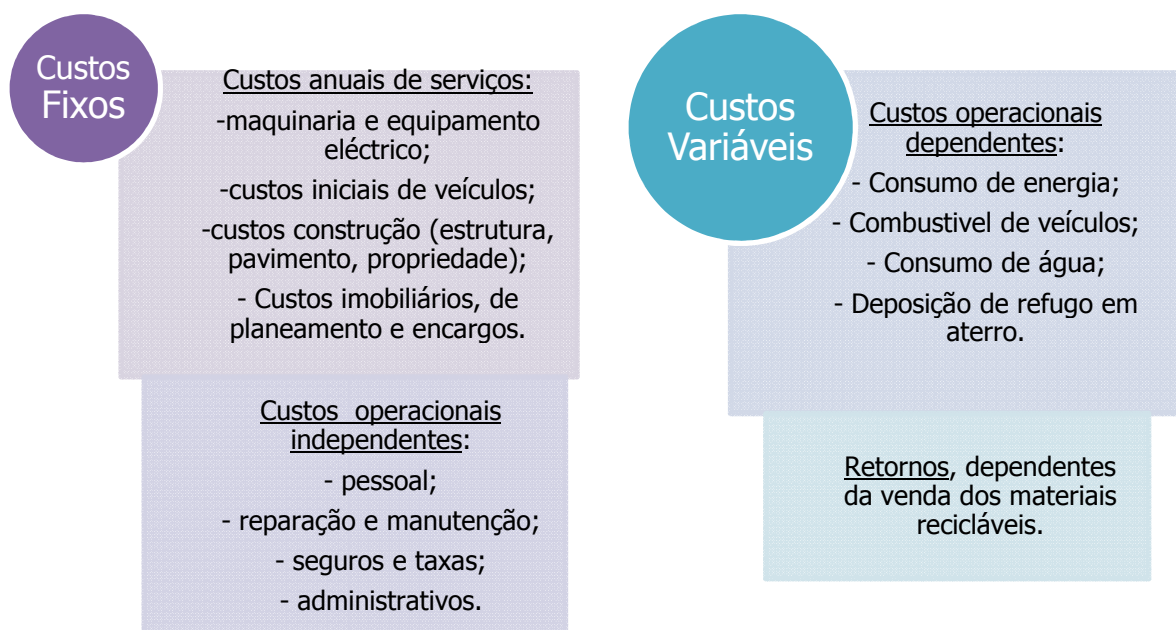


Figura 2.14. Custos fixos e variáveis associados a uma UTMB (GTZ, 2000).

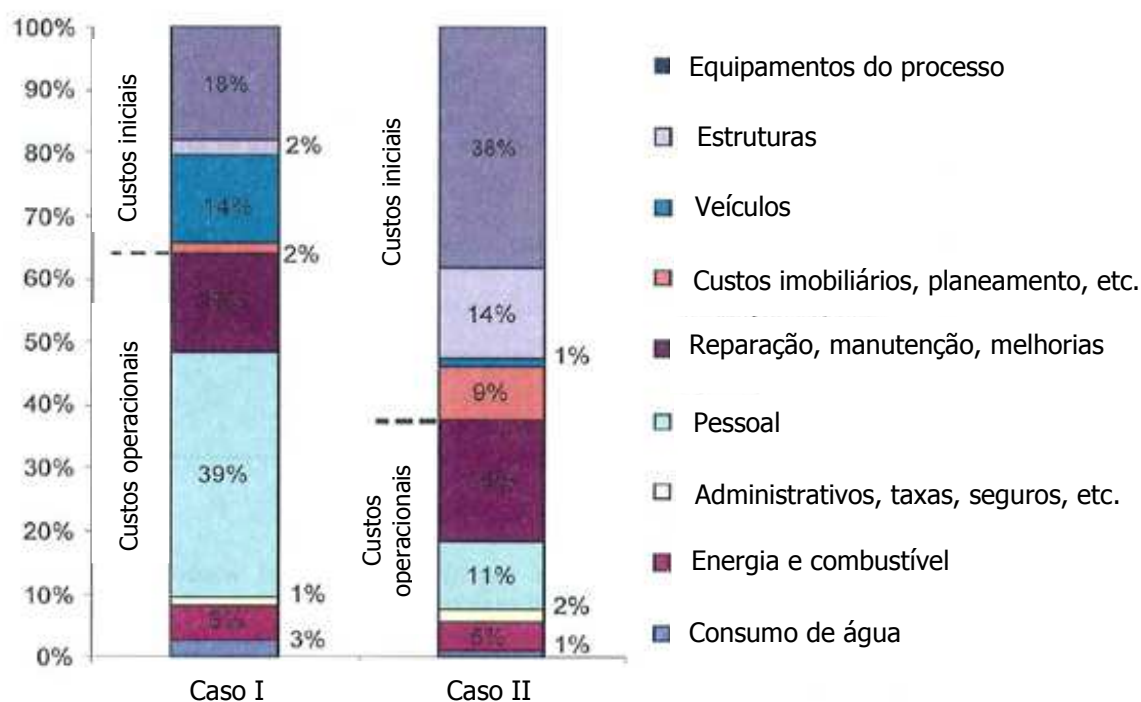


Figura 2.15. Proporções entre os custos fixos e variáveis em UTMB com capacidades distintas (GTZ, 2000).

Entenda-se no exemplo anterior que as capacidades de processamento de RSU são no Caso I e II, respectivamente, 25.000 t/ano e 75.000 t/ano.

Os custos mais significativos no primeiro caso são os gastos com pessoal e, no segundo caso, com os equipamentos.

Uma vez que a análise anterior diz respeito ao cenário verificado por norma na Europa Central, não é linear a sua transposição para o panorama nacional, pela variação de custos e características de país para país.

Foi com base em valores de referência de instalações similares em funcionamento em Espanha, na Bélgica e na Alemanha, que a ERSUC calculou os custos fixos e variáveis associados ao TMB.

Os custos fixos, calculados por este SMAUT, de carácter contratual ou não, apresentam-se em unidades monetárias, tendo em conta a sua relativa independência das quantidades de resíduos. Tendo em conta que a ERSUC calcula dois cenários distintos, consoante tenha uma ou duas instalações de TMB, iremos considerar somente a situação na qual existe uma só unidade, para os anos de 2010 e 2011. Esses custos calculados pela ERSUC apresentam-se no quadro 2.5.

Quadro 2.5. - Custos fixos associados ao TMB da ERSUC (ERSUC-EGF, 2009).

TMB – Custos Fixos (€)		
	2010	2011
Conservação e Reparação	2.745.922	2.814.571
Custos com Pessoal <sup>(a)</sup>	972.876	1.002.062
Seguros e Taxas <sup>(b)</sup>	n.c.	n.c.
Trabalho administrativo <sup>(b)</sup>	n.c.	n.c.
<b>Custo Total</b>	<b>3.718.798</b>	<b>3.816.633</b>

<sup>(a)</sup> Tendo em conta a experiência de unidades similares, considerou-se a laboração de dois turnos, com 14 colaboradores em cada turno. Em cada TMB existem ainda trabalhadores que exercem funções de encarregado de exploração, operacionais de manutenção mecânica e eléctrica e operadores de máquinas para movimentação de RSU, perfazendo no total 51 trabalhadores previstos.

<sup>(b)</sup> Para simplificar os cálculos do SMAUT, os custos desta natureza só foram calculados para as unidades já existentes e não para a UTMB a construir.

Os custos com pessoal quase duplicam, caso sejam construídas as duas UTMB. Os custos de construção, exploração do TMB, que inclui o seu consumo de energia e de tratamento do CDR são os mais significativos, em relação à totalidade de custos (ERSUC-EGF, 2009).

Os custos variáveis, são calculados em função das quantidades tratadas e valorizadas, a partir de pressupostos de consumo unitário (por tonelada de resíduo) e de preços unitários, que tiveram por base a experiência de unidades similares em países estrangeiros.

A determinação destes consumos e custos unitários, e tendo em conta as quantidades que se prevêem tratar e valorizar na UTMB da ERSUC em 2010 e 2011, expostas no quadro 2.6., apuraram-se os valores monetários totais para cada um dos pressupostos, apresentados no quadro 2.7.

Quadro 2.6. - Quantidades processadas previstas no TMB da ERSUC (factor multiplicativo para os custos variáveis) (ERSUC-EGF, 2009).

TMB (t)		
	2010	2011
TM	348.997	343.909
TB	116.897	115.199

Quadro 2.7. - Custos Variáveis associados ao TMB da ERSUC (ERSUC-EGF, 2009).

TMB – Custos Variáveis (€)				
			Custo total	
	Consumo Unitário	Custo unitário	2010	2011
Ácido Sulfúrico (Kg/Mg RUB)	0,936	0,23	27.448	27.725
Água (m³/Mg RUB)	0,470	0,99	60.160	60.769
Electricidade (kWh/Mg RUB)	40,000	0,10	1.473.010	1.487.909
Gasóleo (l/Mg RO)	0,725	0,86	81.092	81.912
Material Estruturante (Mg/Mg RUB)	0,050	35,00	226.688	228.981
Outros consumos (kg/Mg RUB)	1,000	3,74	484.464	489.364
Produção de Efluentes Líquidos (m³/Mg RUB)	0,900	3,25	420.356	435.223
Transporte CDR (t) <sup>4</sup>	-	2,50	401.935	416.150
Tratamento CDR (t) <sup>5</sup>	-	15,00	2.411.609	2.496.902
<b>Total</b>			<b>5.586.762</b>	<b>5.724.935</b>

<sup>4</sup> A ERSUC considerou a hipótese do destino de tratamento final do CDR ser a unidade Cimenteira de Souselas.

<sup>5</sup> Os 15€/t resultam de uma aproximação como valor indicativo, obtido através de negociações entre a EGF junto das cimenteiras, nomeadamente da Secil.



De seguida, apresentam-se no quadro 2.8. os custos totais associados à instalação e exploração de uma nova UTMB, exemplificativa com o caso da ERSUC, para os anos de 2010 e 2011, com a ressalva que alguns dos indicadores de custos fixos estão omissos nos cálculos.

Quadro 2.8. - Custos totais associados ao TMB da ERSUC (cenário de uma só UTMB) (ERSUC-EGF, 2009).

TMB – Custos Totais (€)		
	2010	2011
<b>Custos Fixos</b>	3.718.798	3.816.633
<b>Custos Variáveis</b>	5.586.762	5.724.935
<b>Custo Total</b>	<b>9.305.560</b>	<b>9.541.568</b>

As várias opções de sistemas integrados de gestão de RSU requerem diferentes investimentos totais, pelo que a análise comparativa para qualquer decisor deve ser feita antes de qualquer implementação. As tarifas de equilíbrio (receitas) a serem cobradas por esses sistemas são um factor decisivo preponderante.

Um relatório elaborado pela FCT – UNL para o INR em 2004, relativo ao *Estudo Comparativo sobre Custos de Soluções de Tratamentos e Destino final de RSU* considerou várias opções de implementação de Sistemas Integrados, como se pode verificar no quadro 2.9., segundo Puna (2007).

Quadro 2.9. - Cenários de implementação de infra-estruturas para tratamento e destino final de RSU (Puna, 2007).

Cenário	Elementos Constituintes <sup>6</sup>
<b>1</b>	Triagem + Centro de Valorização Orgânica (CVO) <sup>7</sup> + Aterro
<b>2</b>	Triagem + CVO + Aterro + Incineração
<b>3a</b>	Triagem + CVO + Aterro + TMB
<b>3b</b>	Triagem + CVO + Aterro + TMB + Incineração

O referido estudo determinou os custos totais de investimento para os vários cenários, como se pode verificar no quadro 2.10.

Quadro 2.10. - Custos totais de investimento para os diferentes cenários de gestão de RSU (Puna, 2007).

Cenário	Investimento (10 <sup>6</sup> €)	
	Com Digestão Anaeróbia	Com compostagem
<b>1</b>	76	63
<b>2</b>	202	195
<b>3a</b>	106	99
<b>3b</b>	210	203

As tarifas de equilíbrio para cada opção de sistema integrado de gestão de RSU também foram calculadas, e como se pode verificar no quadro 2.11., o cenário com a tarifa mais elevada é o 2, com digestão anaeróbia.

<sup>6</sup> Todos os Sistemas incluem recolha indiferenciada e selectiva.

<sup>7</sup> Compostagem ou Digestão Anaeróbia + Compostagem.

Quadro 2.11. - Custos totais de investimento para os diferentes cenários de gestão de RSU (Puna,2007).

Cenário	Tarifa equilíbrio (€/t/RSU)	
	Com Digestão Anaeróbia	Com compostagem
1	14,92	15,56
2	26,50	26,28
3a	15,27	15,07
3b	20,97	20,76

### 2.2.1.6 Vantagens e desvantagens

Segundo o Green Paper Biowaste, os principais impactos relacionados com o TMB de indiferenciados são (CEC, 2008):

#### a) Impactos Ambientais

- Deposição em aterro – os resíduos rejeitados do processo, encaminhados para aterro não permitem qualquer tipo de valorização futura.
- TB – causa emissões atmosféricas, provocando gases com efeito de estufa e compostos orgânicos voláteis (COV). Quando o processo ocorre por digestão anaeróbia em reactores fechados, estas emissões diminuem e são mais fáceis de controlar. No caso do composto obtido ser de má qualidade, o principal risco relaciona-se com a poluição do solo, caso este seja utilizado na agricultura.
- TMB - os possíveis impactos existentes são semelhantes aos do TB.

Não existe uma opção de gestão do RUB mais vantajosa. Os resultados dependem de diversos factores, entre os quais:

- Sistemas de recolha;
- Condições climatéricas;
- Composição e qualidade dos resíduos;
- Potencial utilização dos produtos obtidos através do tratamento dos resíduos, como electricidade, composto e calor.

#### b) Impactos Económicos

Os impactos económicos não são de fácil cálculo e análise, nem se pretende aprofundar este assunto neste estudo, dependendo dos custos de instalação e gestão das infra-estruturas de tratamento de resíduos de inúmeros factores e variáveis, entre os quais:

- Dimensão da instalação;
- Condições geológicas (em aterros);
- Tecnologia adoptada;
- Custos de transporte.

Relativamente à opção de obtenção de composto pelo processo de digestão anaeróbia ou compostagem, encontram-se nas figuras 2.16. e 2.17. as respectivas vantagens e limitações associadas.

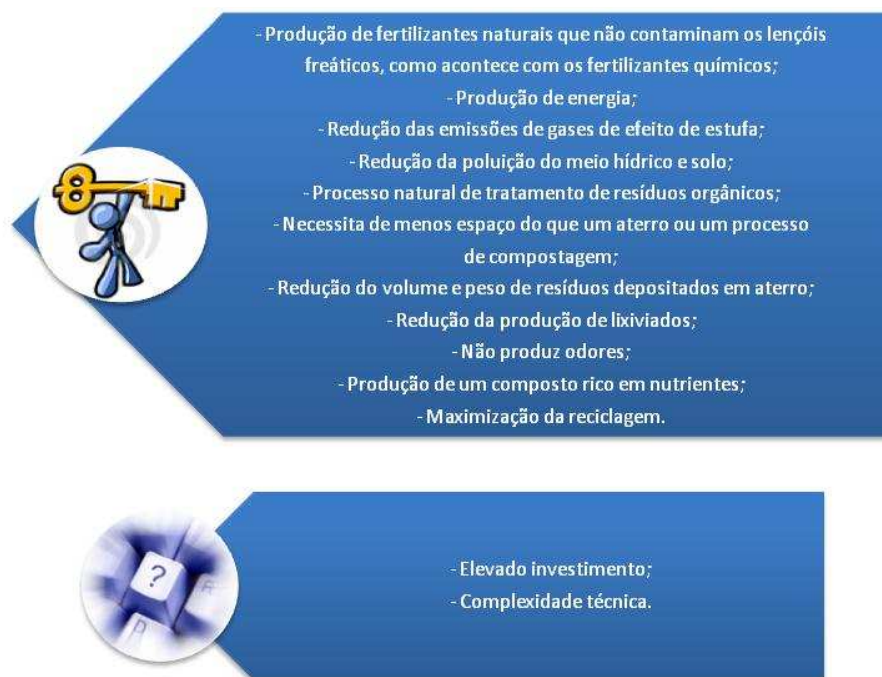


Figura 2.16. Vantagens e limitações da digestão anaeróbia (ENERGAIA, s.d.).



Figura 2.17. Vantagens e limitações de um processo de compostagem (ENERGAIA, s.d.).

Existem impactos ambientais associados a cada uma das etapas do SIGRE que devem ser conhecidos e analisados. Esta é uma boa forma de verificar se os processos decorrem de acordo com a legislação vigente em matéria de tratamento de RSU e de análise de impacto ambiental, bem como ter conhecimento das melhores condições operatórias das diversas unidades e etapas existentes. Não se deve descurar a primordial importância desta análise que reflectirá o bem-estar da comunidade envolvente e a garantia de um ambiente sustentável (Puna, 2007).

Outros impactos ambientais decorrentes das actividades das unidades do SIGRE, nos quais se incluem o TMB, para além dos referidos anteriormente, constituem:

- Ruído causado pelos equipamentos mecânicos e pelo tráfego de camiões de descarga dos RSU;
- Emissões atmosféricas que levam à má qualidade do ar, que devem ser tratados na própria instalação e monitorizados à saída da mesma;
- Odores fortes provenientes dos processos biológicos;
- Má qualidade da água devida à emissão de efluentes pelas várias unidades, que devem ser tratados e monitorizados nas próprias instalações;
- Eventuais problemas de saúde pública nas comunidades das zonas adjacentes às várias unidades de tratamento, se as devidas medidas de prevenção e tratamento das várias emissões líquidas e atmosféricas não forem tomadas.

Destes processos decorrem ainda alguns impactos positivos, nomeadamente a existência de valorização energética obtida através da produção de energia eléctrica, no caso das incineradoras e centrais de digestão anaeróbia, e no aproveitamento do biogás gerado nas células de deposição dos aterros.

Em forma resumida, apresenta-se no quadro 2.12. uma listagem das principais vantagens e desvantagens associadas ao processo de TMB.

Quadro 2.12. Vantagens e desvantagens associadas ao TMB.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recuperação de resíduos de embalagem a encaminhar para reciclagem</li> <li>▪ Produção de composto viável para utilizações como fertilizante</li> <li>▪ Diminuição de resíduos em aterro e contribuição para o cumprimento das metas de deposição</li> <li>▪ Possibilidade de recuperação de energia e produção de electricidade, através do aproveitamento do biogás</li> <li>▪ Possibilidade de encaminhamento dos rejeitados para CDR e posterior valorização energética</li> <li>▪ Maximização da sustentabilidade de gestão de resíduos</li> <li>▪ Fraca oposição do cidadão relativamente a impactos ambientais e sociais</li> <li>▪ Fraca necessidade de investimentos em sensibilização e participação activa do cidadão</li> <li>▪ Contribuição genérica para a melhoria do ambiente</li> <li>▪ Utilização de tecnologia fiável, robusta e de menor risco económico associado</li> <li>▪ Criação de postos de trabalho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Escassez de experiência nacional</li> <li>▪ Incerteza regulamentar quanto à qualidade admissível para utilização na agricultura do composto obtido</li> <li>▪ Dependência das flutuações de mercado para venda dos recicláveis (interesse da indústria em resíduos mais contaminados)</li> <li>▪ Constituem uma tecnologia de tratamento intermediário, com necessidade de soluções para os outputs do processo</li> <li>▪ Lixiviados, odores, compostos orgânicos voláteis (COV), poeiras, bioaerossóis, animais e risco de incêndio</li> <li>▪ Tecnologia associada pouco difundida</li> </ul>

### **3 Análise de Casos de Estudo**

Neste estudo analisam-se dois casos de estudo internacionais, nomeadamente de duas UTMB em Espanha, e dois casos nacionais, especificamente as UTMB da Amarsul, em Setúbal, e da Valnor, em Avis.

No que respeita ao pré-tratamento, os países como a Espanha, Itália e Alemanha possuem as melhores experiências, no seio da UE (Juniper, 2005).

Tendo em conta a oportunidade de visita a duas UTMB em Espanha, o estudo contempla a descrição de processos do Centro de RSU Biopinto, em Madrid, e do Complexo de Tratamento de RU, em Saragoça.

#### **3.1 Casos de Estudo Espanhóis**

##### **3.1.1 Centro de RSU de Biopinto**

Todas as informações presentes neste sub-capítulo foram fornecidas pelo técnico do Centro de RSU de Biopinto e confirmadas pelo Sr. Raul Hernández da Ecoembes, durante a visita efectuada às instalações a 18-05-2009.

O aterro sanitário do Centro de Biometanização e Compostagem de Biopinto, inaugurado em Junho de 2001, recebe RIB e RSU, provenientes da zona sul de Madrid. A população servida ronda os 1.500.000 habitantes que produzem aproximadamente 600.000 t/ano de resíduos.

O Complexo divide-se em três infra-estruturas distintas:

- Aterro de resíduos não perigosos;
- Centro de triagem de embalagens;
- Centro de biometanização e compostagem.

O Centro de triagem de embalagens foi inaugurado em 1998. No ano de 2006, geriu mais de 17.400 t, e durante esse mesmo ano a instalação foi dotada das últimas tecnologias em triagem granulométrica e separação óptica. O processo de automatização teve um investimento de 2.000.000 €.

Os materiais recicláveis contidos no fluxo indiferenciado são recuperados na estação de triagem, separados em função do tamanho e do tipo de resíduo. Os equipamentos utilizados incluem *trommel* e crivos giratórios, bem como separadores balísticos.

As imagens apresentadas na figura 3.1. mostram o aterro sanitário de Biopinto, e as plantas do TM e do TB.



Figura 3.1. UTMB de Biopinto: a) Aterro sanitário; b) Planta do TMB; c) Planta do TB.

A separação por tipo de material é realizada de forma manual, auxiliada por uma série de dispositivos ópticos, magnéticos e de correntes induzidas, equipamentos específicos para cada um dos materiais (politereftalato de etila – PET, polietileno de alta densidade – PEAD, aço, alumínio, P/C, embalagens de cartão para alimentos líquidos – ECAL, polipropileno – PP, entre outros), sendo enviados para reciclagem.

A matéria orgânica, constituída predominantemente por restos alimentares, também é recuperada, sendo enviada para o centro de biometanização e compostagem.

O Centro de biometanização e compostagem, que iniciou a sua actividade em 2004, recebe os resíduos do contentor de indiferenciados. No ano de 2006, o Centro tratou mais de 100.000 t. Os processos existentes permitem obter biogás que é aproveitado para gerar energia eléctrica, bem como composto para utilização em jardinagem ou agricultura.

O aterro sanitário foi inaugurado em 1986 e recebe os refugos dos dois Centros do Complexo, bem como outros resíduos de proveniência urbana ou industriais, não perigosos. É também possível obter biogás e aproveitamento energético, através da desgaseificação dos resíduos no interior do aterro. Para aumentar a disponibilidade de espaço, foi construída em 2006 uma nova célula no aterro que necessitou de um investimento de 10.000.000 €.

### 3.1.1.1 Tratamento Mecânico

O processo inicia-se com a descarga dos RSU nas fossas existentes. Após se dar a entrada do material na cabine de triagem, através do tapete de alimentação, processa-se uma separação de materiais de grande volume, como cartão, filme e algum vidro.

As imagens apresentadas na figura 3.2. representam a fossa de recepção dos RSU e a cabine de triagem manual seguida de *trommel* da UTMB de Biopinto.





a)

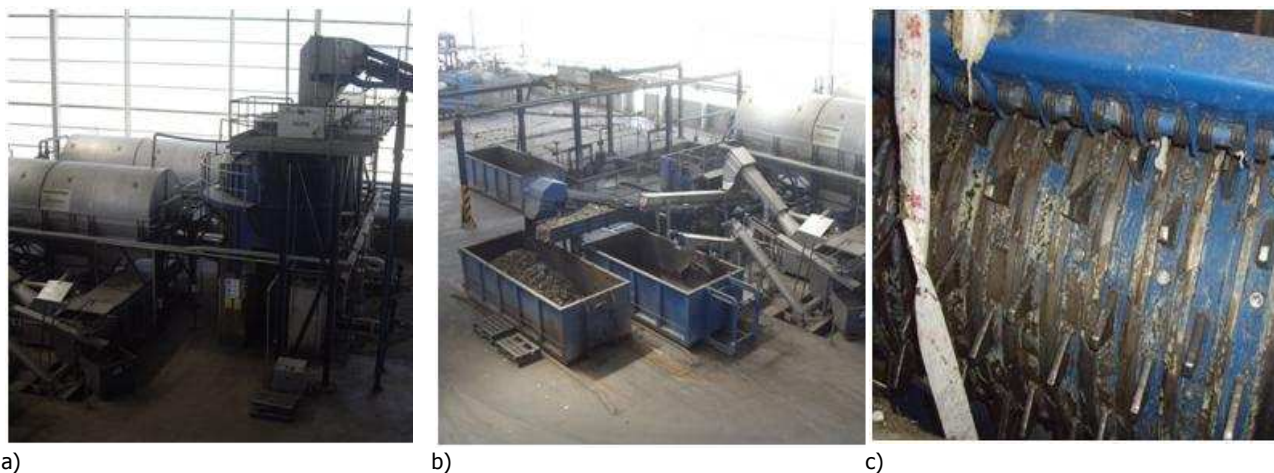
b)

Figura 3.2. Interior da UTMB de Biopinto: a) Fossa de recepção dos RSU; b) Cabine de triagem Manual e *trommel*.

O esquema do processo pode ser visualizado no ANEXO I.

O *trommel* possui lâminas (que segundo estudos da Ecoembes abrem somente 40% dos sacos, mesmo com uma manutenção intensiva) e tem uma malha de 80 mm. O material de menores dimensões segue para o *pulper* e para o crivo húmido. O material de maiores dimensões – segue para um abridor de sacos (BRT). Segundo informações do técnico de Biopinto este abre-sacos não parte muito as garrafas de vidro.

Nas imagens da figura 3.3. é possível visualizar o *pulper*, a crivagem do material de menores dimensões e as lâminas do abre-sacos.



a)

b)

c)

Figura 3.3. Equipamentos da UTMB de Biopinto: a) Pulper – crivo húmido; b) Material de menores dimensões; c) Lâminas do abre-sacos.

Nas imagens da figura 3.4. visualizam-se os diversos equipamentos do TM de Biopinto, nomeadamente os *trommel* em paralelo e os tapetes que transportam os resíduos até ao abre-sacos.



a)



b)

Figura 3.4. Equipamentos do TM de Biopinto: a) Dois *trommel* em paralelo; b) Material que segue para o abre-sacos.

Após passarem no abre-sacos, os resíduos, seguem para um crivo balístico. Os materiais finos seguem para uma separação magnética do aço e uma separação por indução do alumínio e, posteriormente, para composto ou bio-digestão. No separador balístico os materiais rolantes descem, os materiais planos e volumosos sobem e seguem para uma cabine manual de triagem, e o filme é sugado por aspiração.

Os materiais rolantes seguem para os quatro separadores ópticos que separam embalagens de PET, PEAD, ECAL e PP. Note-se que as ECAL se comportam quase sempre como resíduos rolantes. Antes do separador óptico das ECAL existe ainda uma aspiração de filme.

As imagens da figura 3.5. mostram um electro-íman e resíduos separados na cabine de triagem manual.



a)



b)

Figura 3.5. Equipamentos TM de Biopinto: a) Electro-íman; b) Cabine de triagem manual.

No final do processo, obtêm-se fardos de P/C, filme plástico, ECAL, PET, PEAD e PP, que são encaminhados para reciclagem, bem como matéria orgânica que segue para obtenção do composto. A imagem da figura 3.6. representa fardos de resíduos prensados.





Figura 3.6. Fardos de material reciclável na prensa da UTMB de Biopinto.

A instalação tem capacidades de  $30 \text{ t/h} \times 2 = 60 \text{ t/h}$  e o material é processado durante 8 h/dia, perfazendo aproximadamente 100.000 t/ano.

### **3.1.1.2 Tratamento Biológico**

Este tratamento, tal como descrito no Capítulo 2, consiste na transformação da matéria orgânica, que resulta do TM, em composto digerido e biogás. O composto, uma vez desidratado pode ser utilizado para produzir um fertilizante utilizado na agricultura. O biogás resultante da matéria orgânica, sendo um combustível rico em metano, pode sofrer um tratamento que permite a sua utilização como energia.

O processo decorrente nesta UTMB consiste basicamente na fermentação da matéria orgânica no interior dos dois digestores anaeróbios. Os digestores têm uma capacidade de  $6.700 \text{ m}^3$  e trabalham em contínuo a uma temperatura mesofílica ( $34^\circ\text{C}$ ). O digerido resultante dos digestores junta-se ao composto.

A matéria orgânica permanece, em média, vinte dias dentro dos digestores. Após digestão, resulta o composto que ronda as 15.000 t/ano. O biogás obtido é homogeneizado e regulado mediante um gasómetro antes de ser enviado para tratamento. Todo o sistema é controlado antes da energia ser injectada na rede eléctrica.

As imagens da figura 3.7. representam fardos de RE armazenados junto do parque de maturação do composto, o sistema de afinação do composto e os digestores anaeróbios.



a)



b)



c)

Figura 3.7. UTM de Biopinto: a) Fardos de RE e parque de maturação do composto; b) Sistema de afinação do composto; c) Dois digestores anaeróbios.

### 3.1.2 Complexo de Tratamento de RSU de Saragoça

Todas as informações constantes neste sub-capítulo foram fornecidas pelo técnico do Complexo de Saragoça e confirmadas pelo Sr. Raul Hernández da Ecoembes, durante a visita efectuada às instalações a 19-05-2009.

O Complexo de Tratamento de RSU de Saragoça entrou em funcionamento em Abril de 2008, com capacidade para processar cerca de 450.000 t/ano de RU e mais de 15.000 t de embalagens da recolha selectiva, prestando serviço a mais de 750.000 cidadãos da capital Aragonesa e de outros municípios. Esta recente instalação constitui uma das maiores de Espanha, no que diz respeito ao tratamento integral dos RSU. Actualmente processa apenas cerca de 250.000 t/ano.

O Complexo inclui uma instalação de biometanização e outra de compostagem, com tratamento prévio que permite processar de forma separada a fracção indiferenciada da selectiva. O biogás obtido na biometanização é transformado em energia eléctrica através de uma instalação de co-geração que cobre o próprio consumo do complexo e ainda exporta o excedente para rede eléctrica. A estação possui ainda um aterro sanitário para receber os refugos e ainda uma Estação de tratamento de águas residuais (ETAR) para tratamento dos lixiviados gerados.

Na figura 3.8. é possível visualizar fardos de RE armazenados nas instalações do Complexo.



Figura 3.8. Fardos de RE na UTMB de Saragoça.

#### 3.1.2.1 Tratamento Mecânico

As 7.500 t de resíduos provenientes do contentor amarelo do ecoponto, que servem para a deposição de RE de plástico e de metal, apresentam boa qualidade, uma vez que cerca de 80% são materiais próprios para reciclagem e 20% constitui refugo. Note-se que esta UTMB ainda está em fase de arranque.

No processo de selecção retiram entre 10 a 12% de RE dos RSU para encaminhamento para reciclagem, constituindo cerca de 50% das quantidades de RE efectivamente existentes nos RSU.

O TM possui uma linha para os RE provenientes do contentor amarelo e quatro linhas para o fluxo de RSU. A linha para o material proveniente do contentor amarelo tem uma capacidade de 5 a 6 t/hora.

A imagem da figura 3.9. mostra a planta das duas linhas de TM do Complexo de tratamento de RSU de Saragoça.



Figura 3.9. Planta do TM do Complexo de tratamento de RSU de Saragoça.

#### a) Processo de triagem - linha de RSU

O processo inicia-se com um *trommel* de malha de 400 mm para a separação dos resíduos volumosos. Não existe grande recuperação de vidro nesta instalação. O técnico do Complexo admite que somente 1% de garrafas inteiras de vidro é recuperado, relativamente ao potencial existente. O material de dimensões superiores segue para uma cabine onde sofre uma triagem manual. O material de menores dimensões cai e segue para outro *trommel*, este de dupla malha.

A fracção fina, que equivale a material de dimensões inferiores a 90 mm, segue para os orgânicos, sofrendo uma triagem dos ferrosos através de um electroímã.

A fracção intermédia (superior a 90 mm e inferior a 250x150 mm) é conduzida a cada um dos quatro separadores balísticos com 50 mm de malha. O técnico da UTMB considera que o separador balístico é um equipamento essencial no processo de separação de resíduos.

Este equipamento separa os resíduos nas seguintes fracções (Infoenviro, 2008):

- Orgânicos (inferiores a 50 mm);
- Resíduos planos que sobem (auxiliados por jacto de ar paralelo ao *trommel* e no sentido de deslocação dos planos), contendo fundamentalmente P/C, filme plástico e têxteis;
- Materiais rolantes que descem, sendo constituídos sobretudo por embalagens plásticas.

Na figura 3.10. encontram-se imagens dos *trommel* e dos separadores balísticos.





a)



b)

Figura 3.10. TMB de Saragoça: a) Secção de quatro *trommel* em paralelo; b) Secção de quatro separadores balísticos em paralelo.

Os resíduos planos seguem para uma cabine de triagem onde se separa o cartão, o filme e a ECAL. Antes desta fase, existe um aspirador de filme. O material triado sofre ainda a acção de um separador magnético para retirar algum aço ainda existente.

O material rolante também é submetido a uma separação magnética e passa por quatro separadores ópticos *Titech* (dois em cada linha) onde se realiza uma separação automática de PEAD, PET, ECAL e mistos. O material não seleccionado segue para a cabine de triagem e posteriormente para separadores de indução magnética (correntes de *Focault*) para separar os resíduos de alumínio.

A fracção de dimensões superiores a 250x150 mm é submetida a uma triagem manual de P/C, plásticos e também uma separação magnética dos ferrosos.

Apresentam-se na figura 3.11. imagens do equipamento do TM e da cabine de triagem manual.



a)



b)

Figura 3.11. TM de Saragoça: a) Visão geral do TM; b) Cabine de triagem manual.

## b) Processo de triagem – linha amarela

Os resíduos provenientes do contentor amarelo do ecoporto passam inicialmente por uma cabine de triagem onde são retirados os grandes volumes e algum vidro inteiro.

Após a acção do abridor de sacos, o material segue para um *trommel* de dupla malha, que separa as seguintes fracções (Infoenviro, 2008):

- Fracção fina – material inferior a 60 mm;
- Fracção intermédia – material superior a 60 e inferior a 300x150 mm;
- Fracção volumosa – material superior a 300x150 mm.

A fracção intermédia é enviada para um separador balístico que desagrega as seguintes fracções:

- Fracção fina – material inferior a 60 mm;
- Fracção plana;
- Fracção rolante.

É possível visualizar-se na figura 3.12. imagens do TM de Saragoça, nomeadamente a cabine de triagem das embalagens do contentor amarelo e o aspirador de sacos.



a)

b)

Figura 3.12. TM de Saragoça: a) Cabine de triagem manual na linha “amarela”; b) Aspirador de sacos.

O processo que se segue é semelhante ao da linha de RSU, no entanto existe somente um separador óptico *Titech* de dupla válvula que separa o PEAD e o PET.

Uma vez que a UTMB fica localizada numa zona ventosa, consideram que o refugo deve ser prensado para não dispersar e optam por colocá-lo em aterro imediatamente. O refugo de inertes e dos finos vai a granel, sem compactar.

A figura 3.13. mostra as imagens de um separador óptico *Titech*, da prensa e de fardos de refugo.



a)

b)

Figura 3.13. TM de Saragoça: a) Separador óptico *Titech*; b) Prensa e fardos de refugo.

### 3.1.2.2 Tratamento Biológico

O processo consiste basicamente na fermentação anaeróbia da matéria orgânica no interior dos quatro digestores existentes. Os motores têm uma potência "3" e os digestores possuem um volume de 3.700 m<sup>3</sup>.

A produção de composto ocorre a partir da matéria orgânica resultante do processo de triagem, no interior dos túneis herméticos, sendo controladas as variáveis temperatura, humidade e percentagem de oxigénio, com a finalidade de melhorar a eficácia dos processos. As impurezas ainda remanescentes no composto produzido são retiradas através de afinação, por forma a obter um fertilizante com qualidade.

Possuem sete túneis digestores nos quais processam cerca de 90 a 100 mil t/ano de resíduos orgânicos para biometanização. O sistema de digestores é semi-seco (Valorga) (Infoenviro, 2008).

### 3.1.3 Comparação entre as duas UTMB espanholas

A comparação de quantidades de resíduos processadas e recuperadas nas duas UTMB espanholas está apresentada no quadro 3.1., baseada em informações confirmadas pelo Sr. Raul Nuñez Hernandez da Ecoembes por mail a 30/09/2009. Segundo o técnico, a separação de filme não é incentivada e, por esse motivo, não possuem dados. A separação de vidro também não é expressiva. Relativamente aos RUB não foi prestada qualquer informação.

Quadro 3.1.Comparação de quantidades de RE recuperadas nas UTMB de Biopinto e Saragoça.

Capacidade de Recuperação de RE do RSU (t/ano)										
	Processamento RSU (t/ano)	Vidro	P/C	Filme	PEAD	PET	Aço	Alumínio	ECAL	RUB
Biopinto	100.000	-	2.475	-	205	127	737	48	48	-
		-	2,48%	-	0,21%	0,13%	0,74%	0,05%	0,05%	-
Saragoça	235.000	-	4.868	-	497	933	3.203	278	502	-
		-	2,07%	-	0,21%	0,40%	1,36%	0,12%	0,21%	-

A realidade espanhola pode ser equiparada a Portugal na suposição que as novas instalações projectadas para o nosso país terão em linha de conta a experiência de países com mais *know-how* na matéria.

No entanto, neste estudo académico, e tendo em conta a diversidade de algumas taxas de recuperação, optou-se por não usar os dados concretos destas UTMB para os cálculos projectivos no nosso país. Esta análise serve contudo, como experiência enriquecedora a nível de equipamentos na matéria e como linha orientadora de taxas de recuperação de RE para unidades com esta capacidade e com os separadores ópticos existentes. Realça-se a importância de analisar aprofundadamente estes casos a nível de rentabilidade e de repensar formas de processar e recuperar RE com maiores eficiências, no que respeita a tipos de material que actualmente não estão a ser recuperados.

## 3.2 Casos de Estudo Nacionais

Considerou-se importante analisar algumas experiências nacionais no que diz respeito ao TMB de resíduos, sobretudo no que se refere a recuperação de RE do TM e posterior encaminhamento para reciclagem.

A comparação entre a primeira UTMB em Portugal e a mais recente, pode trazer informações interessantes, revelando a evolução de processos e equipamentos ao longo de uma década de gestão de resíduos em Portugal.

### 3.2.1 UTMB da Amarsul Setúbal

A Amarsul possui a concessão do Sistema Multimunicipal de Tratamento e Valorização de Resíduos Sólidos da Margem Sul do Tejo. O SMAUT, possui uma unidade de Valorização Orgânica no Centro Integrado de Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos (CIVTRS) de Setúbal, onde ocorre o processo de Compostagem.

A figura 3.14. mostra as instalações da UTMB da Amarsul de Setúbal.





Figura 3.14. Vista aérea da UTMB da Amarsul de Setúbal (Amarsul, 2009).

Esta instalação foi criada em 1994, tendo sido gerida pela *Koch* de Portugal até ao ano de 2003. A partir do ano de 2004, sob a gestão do SMAUT Amarsul, passou a receber os resíduos indiferenciados de recolhas da Câmara Municipal (CM) de Palmela, para além dos resíduos recolhidos pela CM de Setúbal (Sebastião, 2009).

Durante o ano de 2005 e 2006, a UTMB foi submetida a obras de requalificação, tendo reiniciado a sua actividade no dia 4 de Dezembro de 2006.

OS resíduos indiferenciados produzidos pela população destes concelhos que chegam a estas instalações sofrem um TM que permite a separação e recuperação dos diferentes materiais passíveis de encaminhamento para reciclagem. O posterior tratamento da matéria orgânica permite a obtenção de um composto, passível de utilização como correctivo orgânico de solos, em algumas aplicações.

A capacidade de processamento da linha foi inicialmente de cerca de 39.000 t/ano, tendo em 2008 processado aproximadamente 58.000 t/ano de RSU. A Amarsul encontra-se actualmente perto da capacidade máxima de processamento definida para esta UTMB, *i.e.*, sensivelmente 60.000 t anuais.

A Unidade funciona actualmente com dois turnos, sendo que um é de laboração, das 7h00-16h30 e o outro é de limpeza, das 16h15-00h15, de 2ª feira a sábado. Possuem 6 triadores e não prevêem a possibilidade de aumentar o número de colaboradores.

A figura 3.15. representa esquematicamente a linha processual da referida UTMB.





Legenda:

- |   |  |   |
|---|--|---|
| (1) Abre-Sacos                                    | (13) Saída de material rejeitado (>120 mm)           | (25) Biofiltro                                    |
| (2) Transportador de alimentação                  | (14) Cabine de triagem manual de cartão e plástico   | (26) Gerador de Nevoeiro                          |
| (3) Cabine de triagem de vidro                    | (15) Prensa de enfardamento de cartão e plástico     | (27) Máquina de recuperação de material composto  |
| (4) Crivo rotativo primário (120 mm)              | (16) Saída de material rejeitado 80-120 mm           | (28) Transportador de acesso à afinação           |
| (5) Saída de material crivado (< 120 mm)          | (17) Separador magnético de metais ferrosos          | (29) Tarara "Flip-Flow"                           |
| (6) Separador magnético de metais ferrosos        | (18) Separador por corrente de Foucault              | (30) Saída de material crivado                    |
| (7) Sem-fim de alimentação                        | (19) Compactador de material rejeitado               | (31) Mesa densimétrica                            |
| (8) Crivo rotativo homogeneizador (80 mm)         | (20) Pilha de material em compostagem                | (32) Ciclone para remoção de partículas           |
| (9) Saída de material crivado (< 80 mm)           | (21) Arejamento das pilhas por aspiração             | (33) Tanque de retenção de partículas             |
| (10) Separador magnético de metais ferrosos       | (22) Máquina de revolvimento                         | (34) Transportador de rejeitados (fracção pesada) |
| (11) Ponte de distribuição dos resíduos orgânicos | (23) Material compostado                             | (35) Transporte de rejeitados (fracção leve)      |
| (12) Transportador de Inoculantes e estruturante  | (24) Coluna de lavagem com adição de ácido sulfúrico | (36) Composto afinado                             |

Figura 3.15. Diagrama do processo de produção da UTMB da Amarsul em Setúbal (Amarsul, s.d.).

### 3.2.1.1 Descrição dos Processos

Todas as informações constantes neste sub-capítulo foram fornecidas pela Dr<sup>a</sup> M<sup>a</sup> José Sebastião da Amarsul, aquando da visita às instalações da UTMB de Setúbal, a 30/07/2009, e por mail de 03/08/2009.

#### 3.2.1.1.1 Tratamento Mecânico

No que diz respeito ao pré-tratamento, a requalificação não veio implementar grandes alterações, em comparação com o que esta unidade possuía anteriormente.

Os resíduos são submetidos a uma triagem para separação da matéria orgânica dos restantes materiais, em grande parte, recicláveis. Esta triagem permite a recuperação de uma quantidade significativa de resíduos de embalagem e posterior envio para reciclagem.

Existe um pavilhão para a recepção dos resíduos, onde se procede à sua descarga e, actualmente, à mistura de material inoculante, constituído especificamente por resíduos verdes. Nesse mesmo pavilhão, a Amarsul conseguia separar manualmente as embalagens de vidro, através de dois postos de trabalho. No entanto, as análises custo-benefício demonstraram que não fazia sentido e foram transferidos para outras funções. O principal motivo desta ineficiência prendia-se com o facto de terem um abre-sacos *Terminator* no início da linha, que partia a maior parte dos RE de vidro, tornando-se muito difícil a sua triagem manual.

As fotos que se apresentam nas figuras 3.16. à 3.24. foram tiradas aquando da visita efectuada às instalações da Amarsul Setúbal a 30/07/2009, com excepção das fotos b) e c) da figura 3.16. e da a) da figura 3.22. (Amarsul, 2009).

As imagens apresentadas na figura 3.16. representam o local de descarga de RSU e a cabine de triagem de resíduos de embalagem de vidro, localizados no mesmo pavilhão.



Figura 3.16. UTMB de Setúbal: a) Descarga dos RSU e homogeneização com resíduos verdes (material inoculante); b) Triagem de RE de vidro, c) Cabine de triagem de RE de vidro.

É possível visualizar o abre-sacos *Terminator Komptech* nas imagens da figura 3.17.

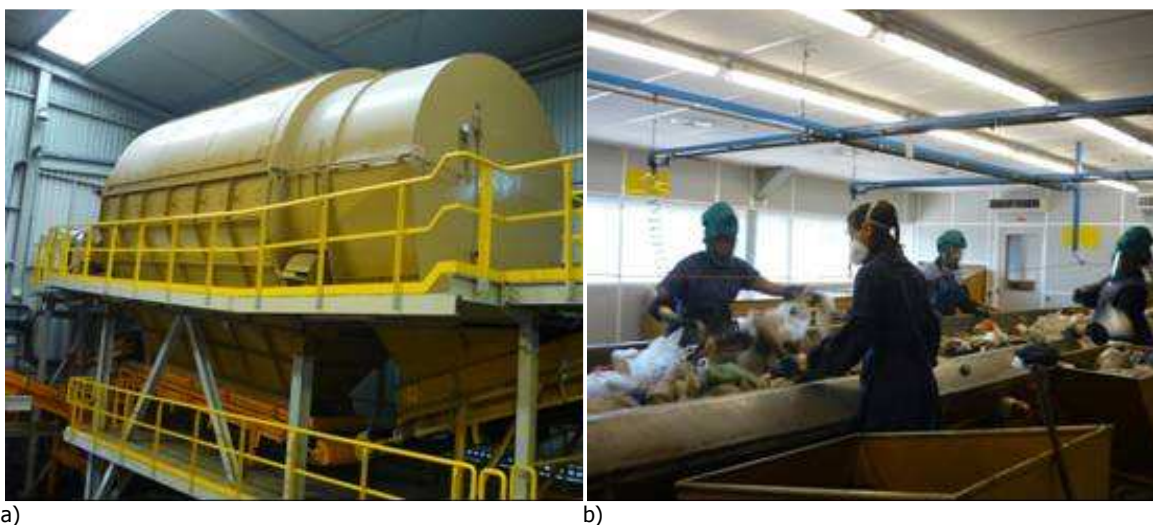


a) b)  
Figura 3.17. Abre-Sacos *Terminator Komptech*: a) Vista frontal; b) Vista lateral.

No segundo pavilhão encontram-se todos os equipamentos que efectuem a pré-triagem dos resíduos indiferenciados que ali chegam já em sacos abertos.

O primeiro *trommel*, ou crivo rotativo, possui uma malha de 120 mm. O material com dimensões superiores segue por uma tapete para a cabine de triagem, onde serão separadas as embalagens plásticas, nomeadamente PET, PET óleos, PEAD, grades e o filme de maiores dimensões, bem como algum alumínio de dimensões superiores a 120 mm. Relativamente às embalagens de P/C, não retiram nada desde o ano de 2003. O material PET, especificamente, antes de seguir para a prensa passa por um perfurador de garrafas.

As imagens da figura 3.18. representam o *trommel* primário e a cabine de triagem de plásticos e alumínio. As que estão apresentadas na figura 3.19. dizem respeito ao triturador de PET, aos RE de PET verde, de PEAD, de PET óleo, de fardos de RE de filme e de RE de alumínio separadas na cabine de triagem.



a) b)  
Figura 3.18. TM de Setúbal: a) *Trommel* primário de malha de 120 mm; b) Cabine de triagem de plásticos e alumínio.





Figura 3.19. Resíduos de embalagem do TM de Setúbal: a) Triturador de PET; b) RE de PET verde; c) RE de PEAD; RE de PET óleo; d) Fardos de RE de filme; e) RE de alumínio separadas na cabine de triagem.



O material que não é triado na cabine sofre ainda uma separação magnética dos resíduos ferrosos, antes de ser enviado para o compactador de refugo. As embalagens plásticas triadas caem na prensa que, através de um movimento deslizante, compacta o material debaixo da *box* pretendida.

As imagens apresentadas na figura 3.20. representam a separação electromagnética de RE ferrosos após cabine de triagem, RE ferrosos, o compactador de refugo que segue para o aterro da Amarsul em Palmela e a prensa deslizante que enfarda os RE pretendidos.

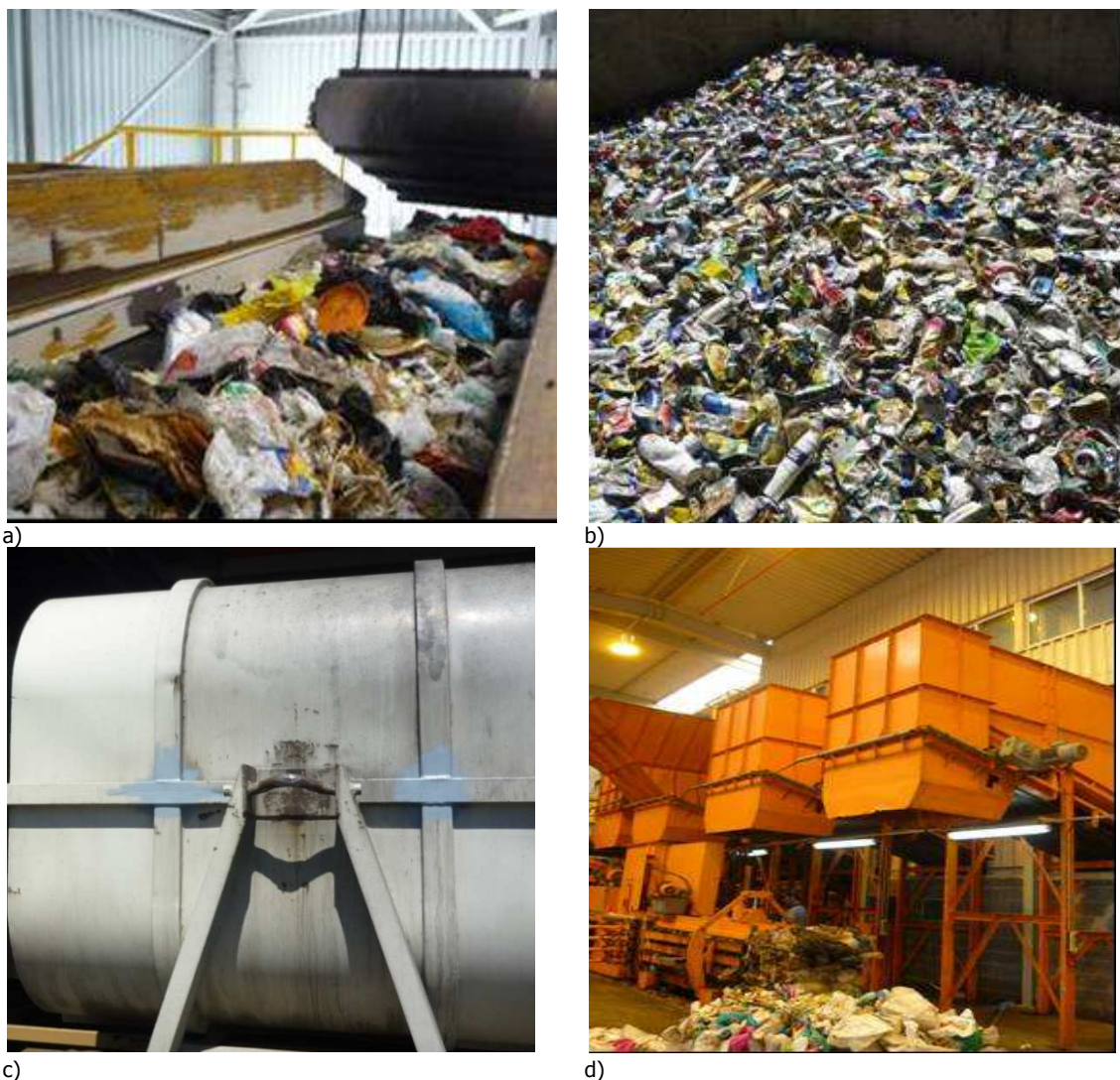


Figura 3.20. TM de Setúbal: a) Separação electromagnética de RE ferrosos após cabine de triagem; b) RE ferrosos separados; c) Compactador de refugo que segue para o aterro da Amarsul em Palmela; d) Prensa deslizante que enfarda os RE pretendidos.

Por sua vez, o material de dimensões inferiores a 120 mm que cai da malha do *trommel* primário, segue por um tapete para um segundo *trommel* homogeneizador de malha de 80 mm, sofrendo a acção de um electroímã para separar os ferrosos.

Os resíduos de dimensões superiores a 80 mm (inferiores a 120 mm) são rejeitados, seguindo por um tapete onde sofrerão uma separação por corrente induzida dos resíduos de embalagem de alumínio, através de uma corrente de *Foucault*. Os resíduos de dimensão inferior a 80 mm

sofrem uma separação magnética, através de electroíman de ferrosos, antes de seguirem para o pavilhão de maturação.

A figura 3.21. apresenta imagens de vários equipamentos do TM de Setúbal, concretamente o tapete que alimenta o *trommel* de malha de 80 mm, com o material que cai no *trommel* primário, o tapete que transporta os resíduos rejeitados (80-120 mm), a corrente de *Foucault* na linha do material rejeitado (80-120 mm), RE de alumínio separadas pela corrente de *Foucault*, o electroíman que separa os ferrosos do material de dimensões inferiores a 80 mm e material de dimensões inferiores a 80 mm.



a)



b)



c)



d)





e)

f)

Figura 3.21. Equipamentos do TM de Setúbal: a) Tapete que alimenta o *trommel* de malha de 80 mm, com o que cai no *trommel* primário; b) Tapete que transporta os resíduos rejeitados (80-120 mm); c) Corrente de *Foucault* na linha do material rejeitado (80-120 mm); d) RE de alumínio separadas pela corrente de *Foucault*; e) Electroímã que separa os ferrosos do material de dimensões inferiores a 80 mm; f) Material de dimensões inferiores a 80 mm.

Ao longo do tempo têm sido efectuadas algumas alterações com vista à melhoria da eficiência do processo, nomeadamente a nível de separação magnética. A corrente de *Foucault* do final da linha da cabine de triagem foi retirado, uma vez que não tinha rendimento dada a quantidade de material existente que não permitia que o alumínio fosse induzido magneticamente.

A automatização da linha de pré-tratamento está prevista arrancar em Julho de 2010 numa fase inicial, conciliada com as seguintes alterações:

- Malha do *trommel* primário de 150 mm ou eventualmente uma dimensão até 200 mm;
- Separação Manual > 150/180/200 mm;
- Triagem automática entre a fracção 80-150/180/200 mm, somente do material PET e PEAD.

Segundo a Amarsul, não está prevista a implementação de nenhum separador balístico por falta de espaço no pavilhão. Todo o Sistema de produção é monitorizado informaticamente em sala anexa.

#### 3.2.1.1.2 Tratamento Biológico

A compostagem constitui um processo de valorização de resíduos biodegradáveis (resíduos de jardins, restos de alimentos, entre outros). Este processo traduz-se na estabilização da matéria orgânica efectuada por uma população de microrganismos, num ambiente e temperatura controladas e na presença de oxigénio, originando um composto passível de ser utilizado como correctivo orgânico de solos (Amarsul, s.d.).

O composto propriamente dito, constitui o produto estabilizado e higienizado que resulta da decomposição controlada da matéria orgânica. A sua composição promove a melhoria das condições do solo em termos de estrutura, porosidade, capacidade de retenção da água, arejamento e actividade microbiana, através da sua utilização como fertilizante agrícola, tal como referido Capítulo 2.

Após a pré-triagem efectuada aos RSU que dão entrada nas instalações de Setúbal, o material crivado do *trommel* de 80 mm sem a presença de ferrosos, entra no pavilhão de maturação. Actualmente, a maturação do composto ocorre em seis semanas no pavilhão e quatro semanas no parque.

As imagens da figura 3.22. representam o pavilhão de maturação da matéria orgânica resultante do TM de RSU em Setúbal.



a)



b)

Figura 3.22. Pavilhão de maturação da matéria orgânica resultante do TM de RSU em Setúbal:  
a) Vista frontal; b) Vista lateral.

Os gases produzidos durante processo de maturação do composto, antes de serem libertados para a atmosfera, são devidamente tratados através de um biofiltro, reduzindo em larga escala os odores. Em 2006, a obra de requalificação efectuada permitiu mudar o sistema de arejamento, sofrendo uma inversão, passando a ser por sucção (aspiração).

As imagens da figura 3.23. representam o pavilhão de arejamento, o biofiltro, o pavilhão de afinação, o composto afinado, o ciclone de remoção de partículas e o tanque de retenção de partículas.



a)



b)





Figura 3.23. TB de Setúbal: a) Pavilhão de Arejamento; b) Biofiltro; c) Pavilhão de Afinação; d) Composto Afinado; e) Ciclone de remoção de partículas; f) Tanque de retenção de partículas.

O material é encaminhado por um tapete transportador de acesso à afinação, após passar as semanas necessárias dentro do pavilhão.

A afinação processa-se através de crivagem, com equipamentos próprios, como a mesa densimétrica, o ciclone para remoção de partículas e o tanque de retenção das mesmas.

Após obtenção do composto afinado, as pilhas ficam no parque de composto durante um mês até ser vendido, com o intuito de actuar como corrector de solos.

Na figura 3.24. apresentam-se imagens do composto obtido na UTMB da Amarsul, em Setúbal.



a)



b)

Figura 3.24. Composto da UTMB de Setúbal: a) Composto em pilha no parque; b) Os resíduos mais difíceis de remover do composto são os cotonetes.

Relativamente ao composto obtido, a Amarsul considera haver uma sazonalidade bem definida. De Abril a Setembro não conseguem escoar o material. De Outubro a Março conseguem escoar o produto, mas com alguma dificuldade. Apesar de não existir nenhuma Norma relativa ao composto, a Amarsul efectua análises trimestrais da qualidade que, neste caso em concreto, equivale à 2ª) no que diz respeito aos limites impostos na Portaria 176/96, de 3 de Outubro, para a utilização de lamas de ETAR utilizadas na agricultura.

O composto é destinado a fins agrícolas, frutícolas, de vinha, entre outros. Apesar do produto final conter algum chumbo e cobre, não consideram que exceda os parâmetros admissíveis para estas utilizações (Sebastião, 2009).

A Amarsul considera ainda que as dificuldades de escoamento do produto não estão relacionadas com a qualidade, mas sim com as flutuações de mercado.

Relativamente a projectos futuros, segundo o SMAUT, o actual Ecoparque de Palmela será convertido em Estação de TM. O Ecoparque do Seixal ficará afecto unicamente à recolha selectiva.

A CVO do Seixal está prevista entrar em funcionamento até ao final de 2010, com capacidade para tratar quer RSU, quer RUB de recolhas dedicadas a grandes produtores.

O gás libertado por esta transformação orgânica será aproveitado e transformado em energia eléctrica, posteriormente lançada na Rede Eléctrica Nacional (REN).

Como demonstra o esquema da figura 3.25. os restos orgânicos são transformados em energia e composto através de diversos processos, entre os quais, a trituração, o aquecimento e a digestão.



Figura 3.25. Esquema processual da digestão anaeróbia (Amarsul, 2009).

### 3.2.1.2 Quantidades processadas

Após análise dos dados da Amarsul (Sebastião, 2009), pode verificar-se nos gráficos das figuras 3.26. e 3.27. a evolução dos RSU processados desde 1998 na linha de TM da UTMB da Amarsul de Setúbal.

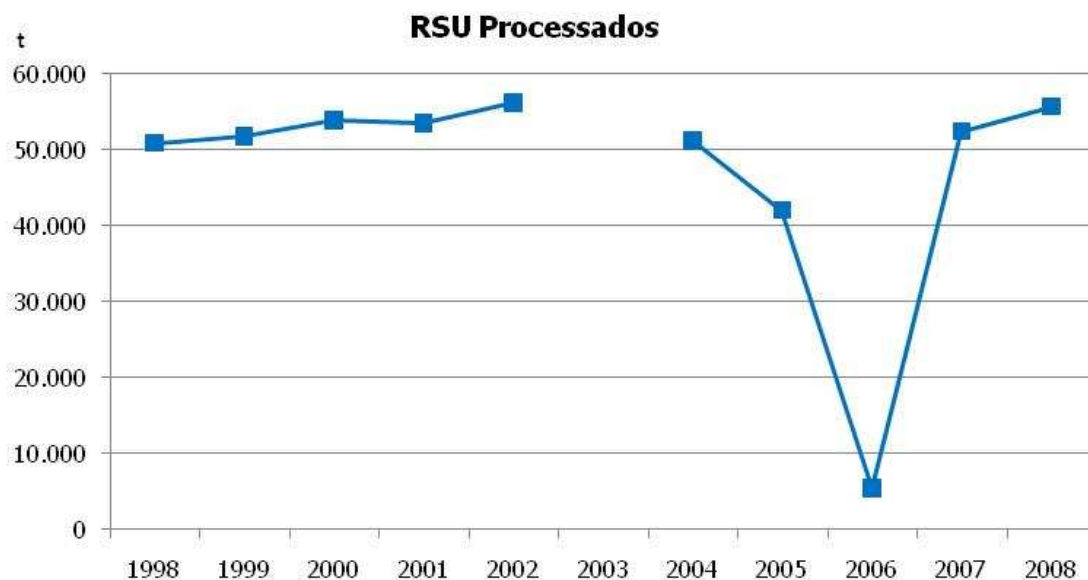


Figura 3.26. Evolução de RSU processados na linha de pré-tratamento da UTMB na Amarsul Setúbal.

A análise da evolução de RSU processados mostra que a quantidade sofreu um aumento gradual de 1998 a 2002. Não existem dados para o ano de 2003 e, em 2005 e 2006, decorreram as obras de requalificação da Central. Assim, a partir de 2006 dá-se um crescimento gradual das quantidades processadas até ao ano de 2008.

Segundo a Amarsul, a taxa de rejeição (refugo) de material que entra na linha varia actualmente entre os 40 e os 45%. Em anos anteriores nunca atingia valores inferiores a 52%. Do total de RSU processados, cerca de 2% de RE são recuperados no TM.

A análise da recuperação de RE por material, encontra-se descrita no quadro 3.2.

Quadro 3.2. Taxas de recuperação de RE do TM de RSU em 2008 (Sebastião, 2009).

Material	Quantidades recuperadas (t/ano)	Taxa recuperação (%)
<b>RSU processados</b>	55.630,00	-
Aço	652,92	1,17
Alumínio	19,85	0,04
Plásticos	398,42	0,72
Vidro	26,48	0,05
P/C	-	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>1097,67</b>	<b>1,97</b>

Os RE recuperados da linha de pré-tratamento e enviados para reciclagem encontram-se na figura 3.27. Pode visualizar-se um crescimento muito acentuado desde 2006, ano em que ocorreu a reestruturação das instalações, o que levou à paragem temporária da produção.

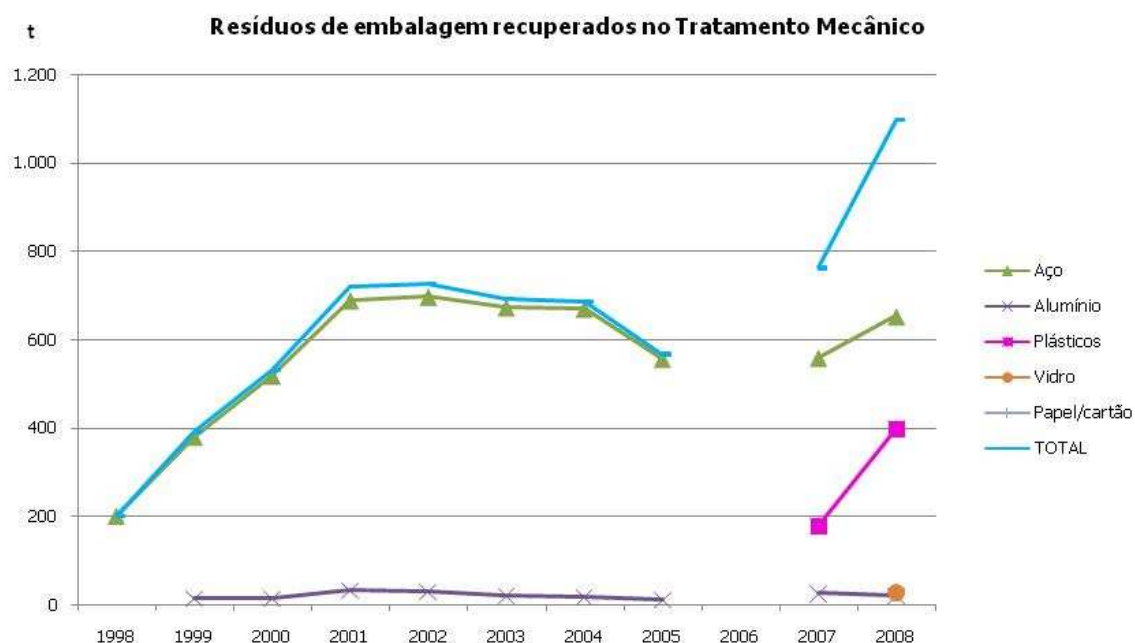


Figura 3.27. Evolução das quantidades de RE recuperados no TM da Amarsul de Setúbal.

A recuperação de RE de vidro ocorreu somente em 2008, de uma forma experimental. A Amarsul depreendeu que não era rentável ter dois triadores afectos à separação deste material, dada a dificuldade da função e tendo em conta a fraca expressão de garrafas intactas no tapete após passarem no abre-sacos *Terminator*.

Relativamente à produção de composto, a requalificação que a infra-estrutura foi alvo em 2006 fez com que nos meses iniciais de 2007 se sentisse a quebra nas quantidades. O quadro 3.3. mostra a evolução mensal de produção desse ano.

Quadro 3.3. Quantidades mensais de produção de composto em 2007 na UTMB da Amarsul Setúbal.

2007	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Quantidades de Composto (t)	5	0	350	300	350	380	290	420	400	410	415	430	3.750

### 3.2.2 UTMB da Valnor

A Valnor - Valorização e Tratamentos de Resíduos Sólidos S.A. é uma empresa multimunicipal responsável pela gestão, valorização e tratamento dos RSU produzidos pelos 19 municípios que actualmente compõem a sua área de abrangência, tal como se verifica na figura 3.28.

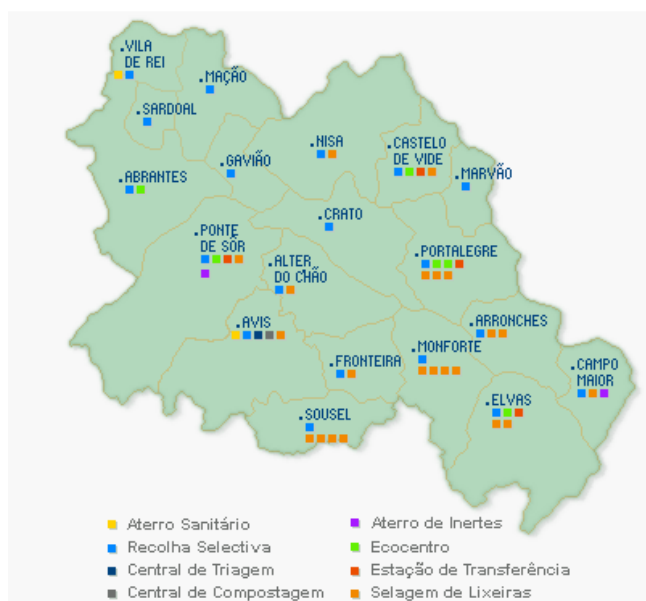


Figura 3.28. Mapa de infra-estruturas na área de abrangência da Valnor (Valnor, 2009).

Em 2001, um grupo de municípios e a Empresa Geral do Fomento (EGF) reuniram-se para gerir de forma empresarial o processo de recolha selectiva e de tratamento dos RSU na região do norte alentejano. A concessão para o início da actividade foi atribuída em Maio do mesmo ano, pelo Ministério do Ambiente. Quando foi criada, a Valnor tinha como principais objectivos proceder ao encerramento das vinte e duas lixeiras a céu aberto e sem controlo que existiam no distrito de Portalegre, instalar um sistema de gestão de todos os RSU produzidos na região, criar e desenvolver um sistema de recolha selectiva para reduzir a quantidade de resíduos destinados a aterro e para valorizar todos os resíduos passíveis de serem triados e tratados, como o vidro, o papel, o cartão e o plástico (Valnor, 2009).

Cumpridos os objectivos iniciais, a Valnor é hoje uma empresa com forte implantação na sua região, reconhecida e certificada nacional e internacionalmente pela qualidade da sua gestão, pelo seu rigor na atenção às normas que legislam a protecção do ambiente, a segurança e a saúde do trabalho, assim como pela prevalência dos princípios do desenvolvimento sustentável e da optimização de recursos na evolução da sua actividade (Valnor, 2009).

A qualidade do trabalho desenvolvido influenciou a tomada de posição de cinco novos municípios que, em finais de 2004, solicitaram a sua integração VALNOR. Assim, a área de influência da empresa passou para cerca de 7000 Km<sup>2</sup> e de 180 mil habitantes (Valnor, 2009).

### 3.2.2.1 Descrição dos Processos

Todas as informações respeitantes aos processos foram fornecidas pela Eng.<sup>a</sup> Sara Geraldo durante a visita às instalações da Valnor a 15/09/2009 e por mail a 17/09/2009. As etapas evolutivas da construção e exploração da UTMB da Valnor encontram-se esquematizadas na figura 3.29.

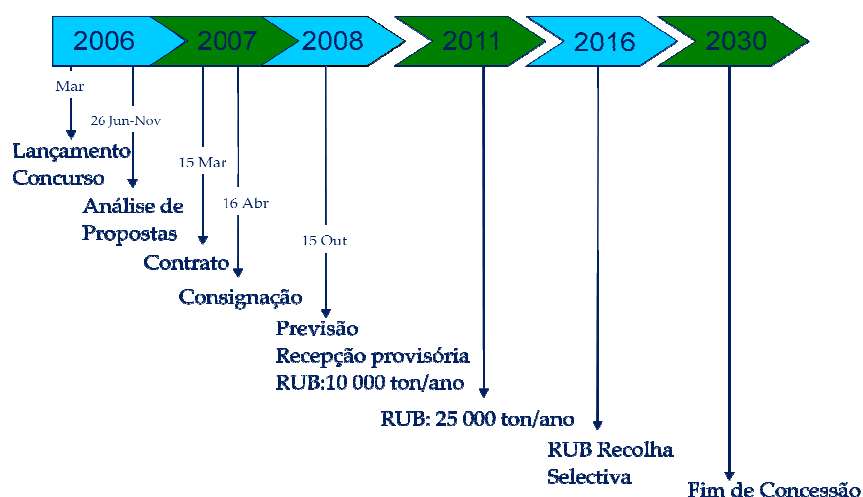


Figura 3.29. Etapas de evolução da UTMB da Valnor (Geraldo, 2009).

A UTMB da Valnor foi inaugurada em Novembro de 2008, após uma fase de testes iniciada em Outubro de desse ano. No mês de Julho de 2009 passaram a trabalhar com dois turnos.

Nesta unidade, os resíduos provenientes de recolha indiferenciada ou selectiva, são submetidos a um TMB. O TM consiste em separar a fracção orgânica de outro tipo de resíduos, entre os quais, P/C, embalagens plásticas e metálicas, vidro, passíveis de serem valorizados. No TB os resíduos são submetidos a um processo de decomposição controlada, efectuada em túneis e resultante da acção de microrganismos, obtendo-se um produto final designado por composto.

As diferentes etapas do processo estão esquematizadas no diagrama da figura 3.30.

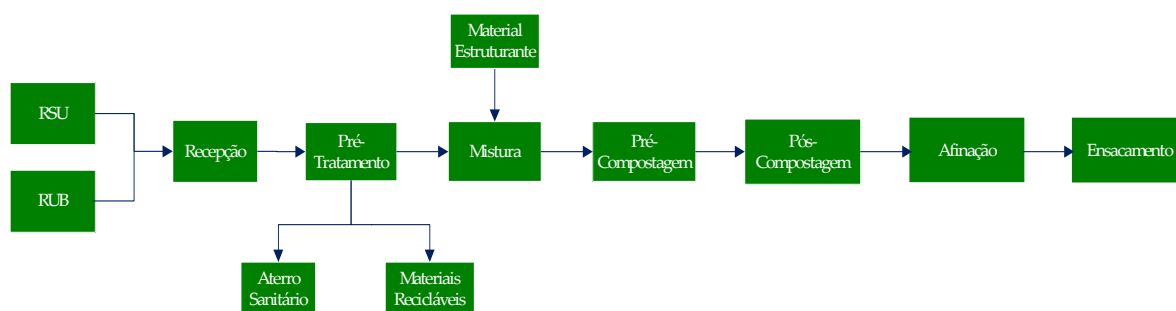


Figura 3.30. Diagrama do processo do TMB da Valnor (Valnor, 2008).

As áreas funcionais da UTMB apresentam-se nas figuras 3.31 e 3.32.



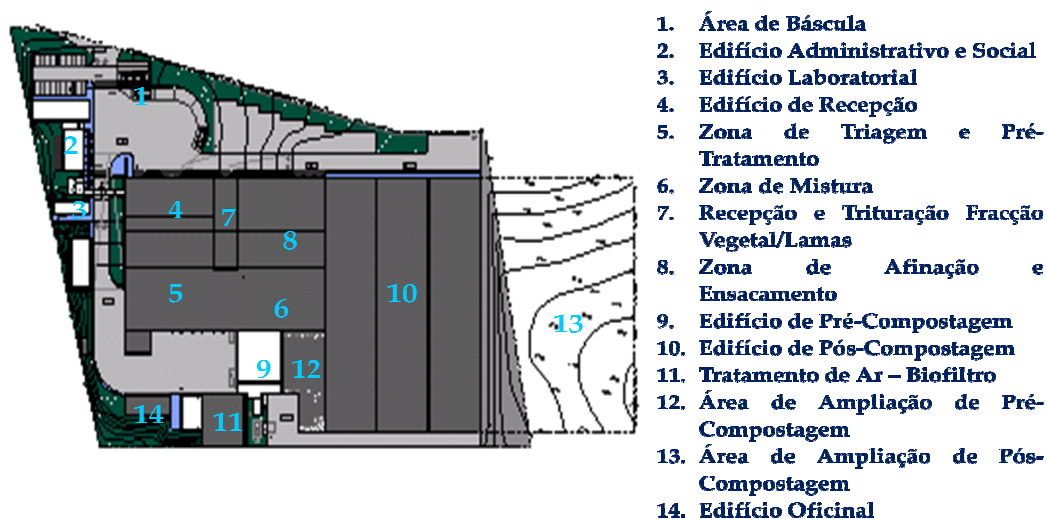


Figura 3.31. Áreas funcionais da UTMB da Valnor (Geraldo, 2009).

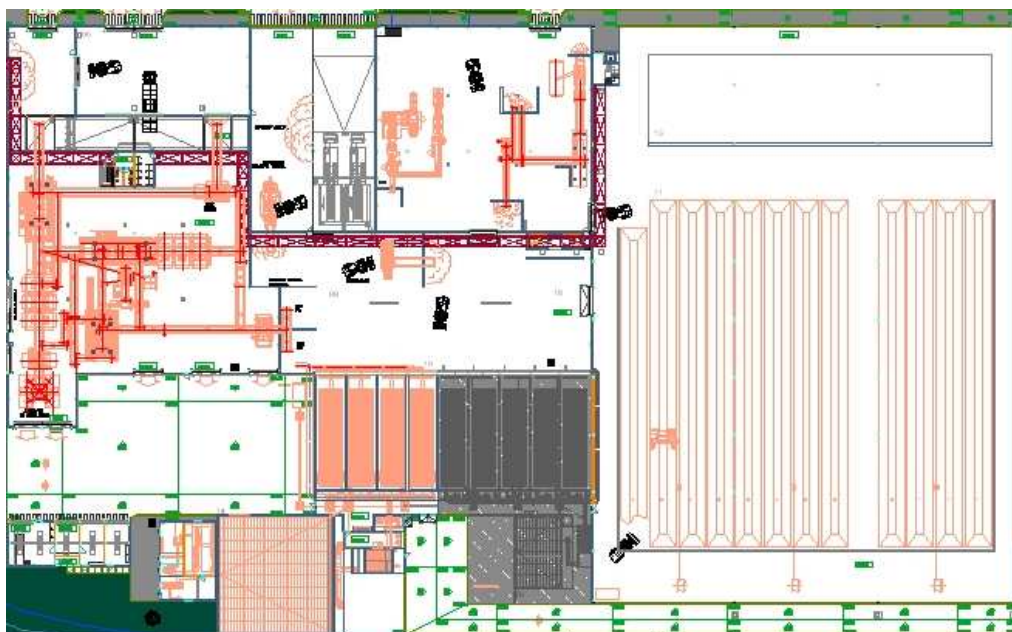


Figura 3.32. Edifício de Processo da UTMB da Valnor (Geraldo, 2009).

### 3.2.2.1.1 Tratamento Mecânico

Através de uma visita efectuada às instalações da UTMB da Valnor no dia 15/09/09, foi possível verificar o processo de produção. A figura 3.33. representa o pavilhão da UTMB da Valnor.



Figura 3.33. UTMB da Valnor (Valnor, 2009).

O esquema representativo da linha de TM pode ser visualizado na figura 3.34.

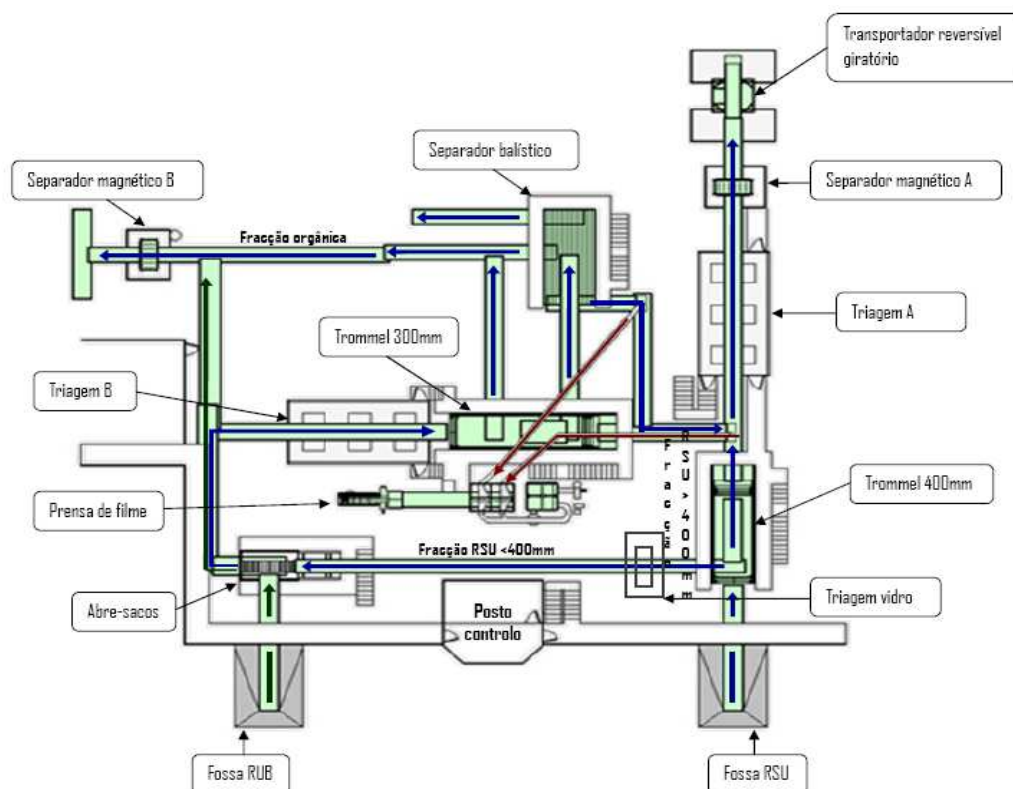


Figura 3.34. Representação esquemática do TM da Valnor (Geraldo, 2009).

O processo de pré-tratamento é antecedido pela recepção de resíduos indiferenciados. Estes são descarregados na fossa de recepção, após pesagem, onde através de uma grua são depositados no transportador que alimenta o processo.

Os RSU são encaminhados para um *trommel* rotativo de malha 300x150 mm no primeiro terço e de 400x400 mm nos restantes 2/3 do crivo. A fracção superior a 400 mm segue para uma cabine de triagem manual onde são retirados os materiais volumosos, nomeadamente P/C e



filme. O separador magnético existente posterior à cabine de triagem manual foi retirado, pelo que o remanescente constitui refugo. As latas de grandes dimensões são retiradas na cabine.

As fracções inferiores às malhas do primeiro *trommel* seguem para uma cabine manual de vidro onde também são retirados objectos variados como baterias, electrodomésticos, alumínio, entre outros.

A fracção que segue passa por um abre-sacos *Terminator Komptech*, dirigindo-se de seguida para uma segunda cabine de triagem manual onde retiram cartão e têxteis.

A fracção que segue entra no segundo *trommel* cuja malha é de 80 mm nos primeiros 2/3 e de 400 mm no restante terço. O que cai na malha de 80 mm é a denominada fracção dos orgânicos que ainda sofrerá uma separação electromagnética dos materiais ferrosos. A fracção superior a 400 mm já não deve existir, tendo em conta a existência do primeiro *trommel*.

A sequência atrás referida pode ser visualizada nas imagens da figura 3.35.



a)



b)



c)



d)

(continua na próxima página)



e)



f)

Figura 3.35. TM da UTMB da Valnor: a) Fossa de recepção de RSU e balde de garras; b) Primeiro *trommel*/rotativo; c) Entrada de RSU no primeiro *trommel*/rotativo; d) Entrada de RSU no primeiro *trommel*/rotativo; e) Cabine de triagem manual de vidro; f) RE de vidro triados.

A fracção com dimensões intermédias a 80 e 400 mm segue para um separador balístico que, por densidade e movimento vibratório, separa a fracção dos planos e volumosos dos rolantes. Desta forma, os rolantes caem por gravidade e os planos e volumosos sobem e voltam a entrar na cabine de triagem dos materiais volumosos para serem recuperados.

Na figura 3.36. é possível visualizar imagens do abre-sacos *Terminator Komptech*, da cabine de triagem manual de cartão e têxteis e do segundo *trommel*/rotativo, bem como da cabine de triagem manual dos volumosos.



a)



b)



c)



d)

Figura 3.36. TM da UTMB da Valnor: a) Abre-sacos *Terminator Komptech*; b) Abre-sacos *Terminator Komptech*; c) Cabine de triagem manual de cartão e têxteis e segundo *trommel* rotativo; d) Cabine de triagem manual dos volumosos.

### 3.2.2.1.2 Tratamento Biológico

Após o TM, segue-se o TB que é composto por uma série de etapas distintas (Valnor, 2008):

- **Mistura** - é uma etapa bastante importante neste processo, tendo em conta que melhora eficazmente o arejamento da fracção orgânica durante o processo biológico, através da adição de uma quantidade pré-determinada de material estruturante à fracção orgânica. Nesta fase, constitui-se o suporte físico do processo através da retenção de água e das trocas gasosas, conservando o calor, fornecendo-se igualmente os nutrientes e a energia necessários aos microrganismos envolvidos.
- **Pré-Compostagem** - Nesta fase ocorre a decomposição da matéria orgânica pela acção de microrganismos provocada pela combinação de diversos factores, tais como, o controlo de temperatura e oxigénio, a adição de água e a ventilação forçada. A duração deste processo varia em média entre 12 a 15 dias, sendo a fracção sujeita a temperaturas superiores a 60°C durante 48 horas de forma a permitir uma higienização perfeita, na qual se eliminam os germes e as sementes germinativas.
- **Pós-Compostagem** - Nesta fase, os resíduos orgânicos são empilhados num campo de maturação. O material é misturado com um revolteador em intervalos regulares, ao longo de 12 semanas. Este procedimento permite a oxigenação e humedificação através de um sistema de rega incorporado. Todo o processo biológico fica concluído nesta etapa, tendo em conta que toda a matéria orgânica terá sido compostada. No entanto, estes resíduos possuem ainda materiais que constituem contaminantes, como vidro, areias e plástico que devem ser retirados.
- **Afinação** - Nesta fase, todas as impurezas indesejadas presentes no composto são retiradas, tendo já atingido o estado de maturação. Este processo traduz-se na passagem do material por um crivo (malha 12 mm), uma mesa densimétrica e um aspirador onde se separa a fracção grosseira (material estruturante recuperado, plásticos e outros elementos indesejáveis) da fracção fina, obtendo-se desta forma o composto como produto final.
- **Ensacamento** - Nesta última etapa ensaca-se o produto obtido, permitindo misturar diferentes tipos de composto com vista à melhoria das suas propriedades. A Valnor possui



uma máquina de ensacamento que ainda permite regular as características do produto consoante a exigência do cliente.

As imagens da figura 3.37. mostram a fracção orgânica resultante do TM, o material estruturante, a máquina revolteadora das pilhas, a máquina de afinar o composto, a máquina de enfardar o composto e as pilhas de composto no parque.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 3.37. TB da UTMB da Valnor: a) Fracção orgânica resultante do TM; b) Pilha de material estruturante; c) Máquina revolteadora das pilhas; d) Máquina de afinar o composto; e) Máquina de enfardar o composto; f) Pilhas de composto no parque.

A Valnor apresenta alguns projectos a curto prazo, entre os quais, a implementação do processo de digestão anaeróbia. Os moldes de gestão de resíduos provenientes da Associação de Municípios da Raia-Pinhal, decorrente da fusão entre estes dois SMAUT, ainda não estão decididos, mas existem já várias hipóteses pensadas, que podem incluir ou não uma estação de transferência (Valnor, 2009).

A nível de TM, está projectada a implementação de um segundo separador balístico, seguido de uma linha óptica de infra-vermelhos *Titech* para separar o material filme, cujo investimento anda à volta de 1.000.000 €.

Este projecto encontra-se esquematizado na figura 3.38. mostrando os locais precisos onde se prevê que ocorram as alterações.

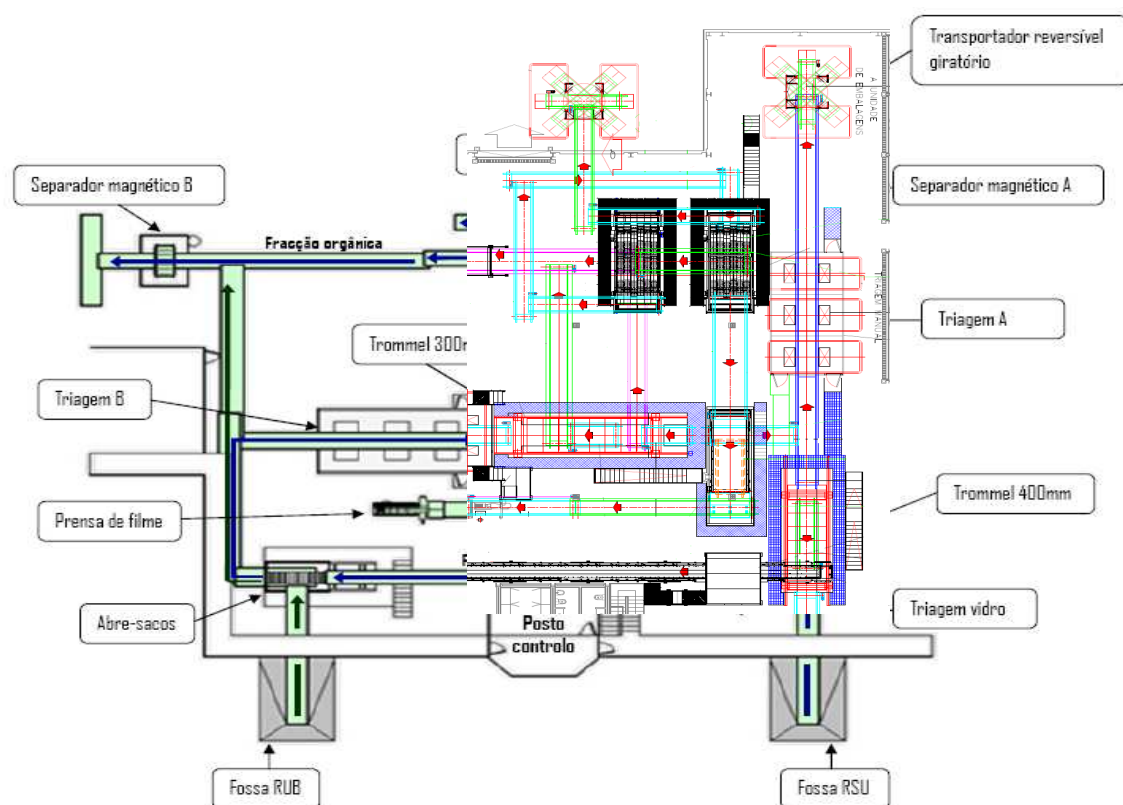


Figura 3.38. Montagem esquemática da alteração prevista na linha de TM (Geraldo, 2009).

### 3.2.2.2 Quantidades Processadas

O balanço de massas da UTMB da Valnor encontra-se descrito nos esquemas das figuras 3.39 e 3.40.

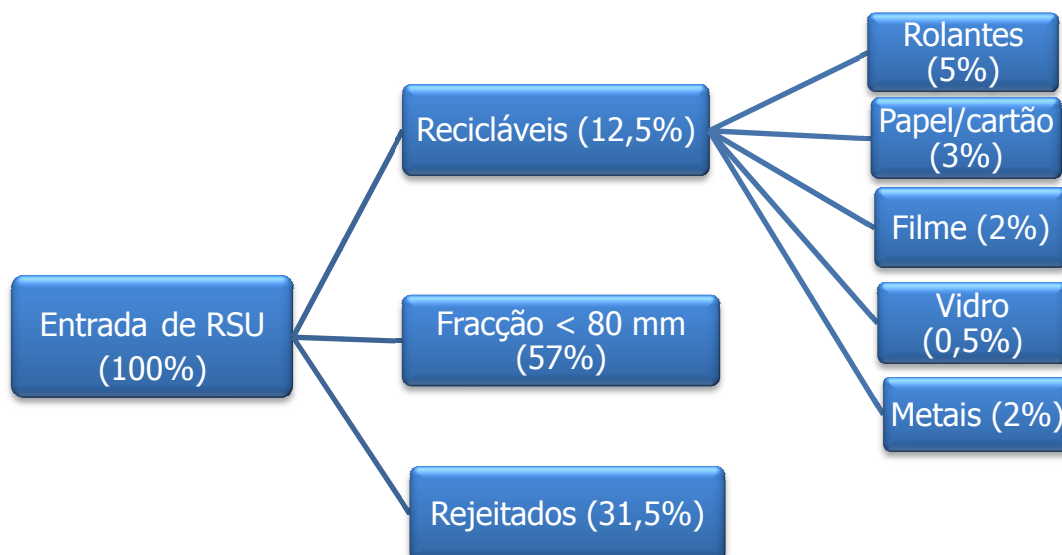


Figura 3.39. Representação esquemática do balanço de massas do TM da Valnor (Geraldo, 2009).



Figura 3.40. Representação esquemática do balanço de massas do TB da Valnor (Geraldo, 2009).

Dada a recente experiência da Valnor em termos de reporte de informação de quantidades de RE recuperados no TM e posterior encaminhamento para reciclagem, só é possível analisar a evolução das quantidades mensais de 2009.

A figura 3.41. mostra a evolução mensal comparativa das quantidades encaminhadas para reciclagem provenientes da recolha selectiva e do TM da UTMB da Valnor, segundo os dados de retomas oficiais da SPV.

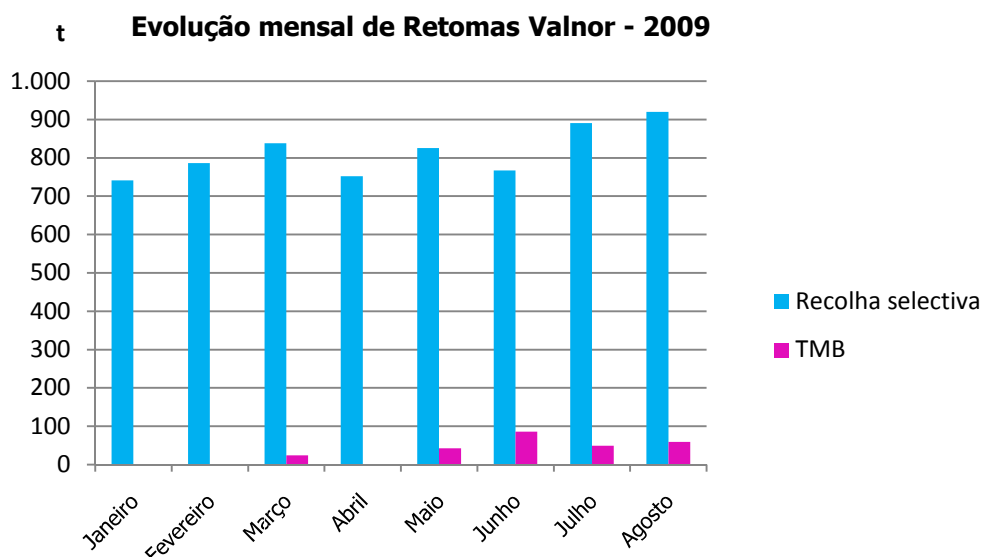


Figura 3.41. Evolução das quantidades de RE encaminhadas para reciclagem pela Valnor (SPV, 2009).

No que diz respeito às quantidades reportadas à SPV de encaminhamento de RE para reciclagem provenientes do TM, a figura 3.42. permite visualizar as quantidades dos primeiros oito meses do ano, por material. Note-se que a Valnor, à data do presente estudo, ainda só vendeu os RE de filme e de aço, encontrando-se a armazenar os restantes.

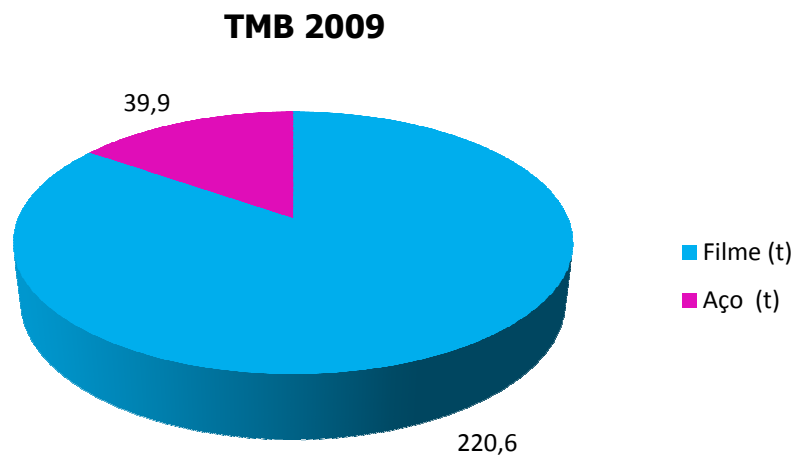


Figura 3.42. Quantidades de RE de filme e de aço recuperadas do TMB nos primeiros oito meses de 2009, pela Valnor (SPV, 2009).

Relativamente ao processo biológico, a Valnor processa actualmente 20.000 t/ano de RUB, uma vez que já se encontra em laboração a Fase II à qual correspondem mais cinco dias no processo, havendo um total de nove túneis na CVO. Note-se que adicionalmente à matéria orgânica dos RSU, a Valnor trata também lamas de ETAR e virá ainda a tratar RUB de recolhas dedicadas. Esta produção tenderá a aumentar, tendo em conta que ainda está prevista a instalação de equipamentos para proceder à digestão anaeróbia.



Apesar de não existir nenhuma norma relativa ao composto, a Valnor efectua análises trimestrais da qualidade que, neste caso em concreto, equivale à 2 a) no que diz respeito aos limites impostos na Portaria 176/96, de 3 de Outubro, para a utilização de lamas de ETAR utilizadas na agricultura.

### 3.2.3 Análise comparativa dos Casos de Estudo Nacionais

Após descrição dos casos de estudo nacionais, pode fazer-se uma análise comparativa das suas características funcionais.

É possível verificar que a taxa de recuperação de recicláveis do TM é muito superior na Valnor, ainda que este SMAUT tenha uma experiência muito mais curta do que a Amarsul em matéria de TMB de resíduos. Apesar da requalificação que a UTMB da Amarsul Setúbal sofreu, é notória a necessidade de algumas melhorias. No entanto, por limitações de espaço da própria infraestrutura e por questões internas de gestão de capital e recursos humanos, não se prevê a concretização de grandes investimentos, com excepção da automatização da fracção intermédia dos crivos para retirar PET e PEAD e a alteração da malha do primeiro *trommel*.

A Valnor iniciou a experiência com um grande *know-how*, laborando durante mais horas e com uma capacidade superior de processamento de RSU. Este SMAUT considera ainda que a triagem de vidro é eficiente, tendo em conta que apesar de o material andar em grande agitação dentro do primeiro *trommel* rotativo, o abre-sacos *Terminator* só está localizado numa posição posterior à cabine de triagem de vidro.

Por todos as razões expostas, optou-se por utilizar somente alguns dados da Valnor nos cálculos de projecções futuras, uma vez que se crê que as novas instalações tenham características e rendimentos semelhantes.

O quadro 3.4. reúne as principais características de cada uma das UTMB. Todas as informações relativas ao SMAUT Amarsul foram confirmadas pessoalmente pela Dr.<sup>a</sup> M<sup>a</sup> José Sebastião a 30/07/2009, nas instalações da Amarsul Setúbal. As informações respeitantes à Valnor foram confirmadas pessoalmente pela Eng.<sup>a</sup> Sara Geraldo a 15/09/2009, nas instalações da UTMB do SMAUT.

Quadro 3.4. Comparação entre as características funcionais das infra-estruturas do TMB da Amarsul Setúbal e Valnor.

Casos de Estudo	Amarsul Setúbal	Valnor
Início de Actividade	1994 <sup>8</sup> /2003 <sup>9</sup>	2008
Capacidade de processamento de RSU	58.441 t/ano	61.517 t/ano
Taxa recuperação de recicláveis:	2%	12,5%
Vidro	0,05%	0,5%
P/C	0% <sup>10</sup>	3%
Plástico	0,72%	7%
Aço	1,17%	
Alumínio	0,04%	2%
Taxa de rejeitado (refugo)	40-45%	31,5%
Envio do rejeitado para CDR	Hipótese futura	Hipótese futura
Digestão anaeróbia	Não	Não <sup>11</sup>
Compostagem	Sim	Sim
Automatização	Prevista <sup>12</sup>	Prevista <sup>13</sup>
Número de turnos	1 (produção) 1 (manutenção)	2 turnos (produção) 1 turno (manutenção)
Número de funcionários	6 (3ª a 6ªfa) 3 (sábado e 2ªfa)	10 por turno (TM) 3 (TB) 3 (manutenção)
Horário laboral	7-16 h (produção) 16h15-00h15 (manutenção)	7-14h/14-22h (semana – TM) 7-12 h (sábado – TM) 8-17h (TB) 20-04h (manutenção)
Abre-sacos	<i>Terminator Komptech 3400</i>	<i>Terminator Komptech 3400</i>
Dimensões dos crivos no 1º <i>trommel</i>	120x120 mm <sup>14</sup>	300x150 mm (1/3) 400x400 mm (2/3)
Dimensões dos crivos no 2º <i>trommel</i>	80x80 mm	80x80 mm (2/3) 400x400 mm (1/3)
Separador balístico	-	1 <sup>15</sup>
Corrente de <i>Foucault</i>	1	Não <sup>16</sup>
Separador magnético de ferrosos	3	1 (no final da linha de TM)

<sup>8</sup> Início da Koch.<sup>9</sup> Início da Amarsul após requalificação.<sup>10</sup> A Amarsul deixou de retirar P/C na triagem desde 2003.<sup>11</sup> Está previsto instalarem os equipamentos para a digestão anaeróbia até ao início de 2010.<sup>12</sup> A automatização está prevista para o 2º semestre de 2010 para os materiais PEAD e PET.<sup>13</sup> A automatização está prevista ainda para o ano presente, só para o material filme.<sup>14</sup> A Amarsul prevê alterar a malha para 80 mm - 150/180/200 mm.<sup>15</sup> A Valnor prevê instalar o segundo separador balístico ainda durante o ano 2009.<sup>16</sup> O material de alumínio é retirado manualmente na cabine de triagem de vidro, ou sai juntamente com os rolantes no separador balístico.



## **4 Metodologia**

### **4.1 Especificação dos Objectivos e Pressupostos Gerais**

O objectivo primordial deste estudo consiste em analisar a contribuição do TMB de RSU para o alcance das metas de reciclagem de RE, no que diz respeito ao fluxo urbano. Uma vez que os cenários calculados dizem respeito ao horizonte temporal 2009-2016, é possível determinar as quantidades de RE provenientes desse tratamento que irão contribuir para as taxas de reciclagem, ainda que não haja nenhuma meta definida a cumprir após o ano de 2011.

Como pressuposto, admite-se que o universo do estudo é Portugal Continental.

Os casos de estudo escolhidos para análise, baseiam-se na antiguidade de experiências, sendo que a UTMB da Amarsul Setúbal constitui a estação mais antiga em funcionamento e a da Valnor a mais recente, sendo interessante analisar as diferenças e evoluções existentes. Em termos de taxas de recuperação, somente o caso da Valnor contribui para uma análise projectiva a nível nacional, admitindo-se que o futuro englobará as MTD. As informações prestadas pela Dr.<sup>a</sup> Maria José Sebastião da Amarsul tiveram por base uma visita efectuada à UTMB de Setúbal a 30/07/2009 e um mail de 03/08/2009. Por sua vez, as informações prestadas pela Eng.<sup>a</sup> Sara Geraldo da Valnor tiveram por base uma visita efectuada à UTMB de Avis a 15/09/2009 e um mail de 17/09/2009.

A descrição de algumas UTMB internacionais, nomeadamente espanholas, tem como intuito comparar essa experiência com a que existe actualmente em Portugal, sendo enriquecedor quando se tem a oportunidade de verificar o funcionamento e limitações das mesmas no local. Em termos de transposição para nível nacional, optou-se por utilizar algumas taxas espanholas, compiladas num mail de 10/07/2009 pela Eng.<sup>a</sup> Rosa Trigo Fernandez da Ecoembes, congénere da SPV em Espanha. Considera-se que este país é um dos mais experientes em matéria de TMB, a par de outros como Alemanha e Itália (Juniper, 2005).

As informações genéricas das UTMB espanholas foram prestadas pelos técnicos da Central de Biopinto, em Madrid, e do Complexo de Tratamento de RSU, em Saragoça, durante as visitas efectuadas respectivamente a 18/05/2009 e 19/05/2009. Estas informações foram confirmadas pessoalmente e por mail de 30/09/2009 pelo Sr. Raul Hernández, da Ecoembes.

As UTMB que entram para o universo quantitativo do estudo dizem respeito às que já estão em funcionamento e às que estão projectadas ou em construção, desde que recebam ou venham a receber RSU (resíduos indiferenciados). As recolhas dedicadas de RUB não permitem a recuperação de RE.

As taxas de reciclagem são calculadas relativamente a cada um dos materiais de RE, nomeadamente o vidro, o P/C, o plástico, o aço, o alumínio e a madeira, que são os abrangidos pelas metas a atingir.

Os dois principais indicadores definidos no estudo são as quantidades encaminhadas para reciclagem e a recuperação de RE nas TMB, em toneladas e em termos percentuais relativamente ao total, anualmente.

Admite-se que neste estudo a análise *per capita* não traduzirá grandes resultados tendo em conta que, ao contrário de uma análise de participação da população na recolha selectiva e do acesso aos equipamentos existentes, neste caso em concreto não existe a necessidade desse esforço, tratando-se de uma deposição comum dos resíduos indiferenciados que se assume disponível à população em geral.

Desta forma, a base e ponto de partida do estudo centra-se nas capacidades de processamento das respectivas UTMB em análise, em toneladas/ano, dos resíduos indiferenciados. Sai do âmbito do trabalho, a análise aprofundada das eficiências dos equipamentos utilizados no TM, bem como o cálculo de custos e proveitos associados.

Os indicadores económicos prendem-se com a viabilidade económica de existência de mercado para os RE obtidos através deste processo, tendo em conta a qualidade dos mesmos, *i.e.*, o seu potencial interesse económico. Não se pretende que este indicador seja desenvolvido no estudo.

Não será igualmente analisada a eficiência do TB no sentido de apurar a quantidade e qualidade do composto obtido, nem a possibilidade de encaminhamento para CDR da fracção que actualmente constitui material rejeitado.

Relativamente ao TB, constitui indicador relevante para as metas de reciclagem de RE, o cálculo hipotético da fracção de RE de P/C valorizados organicamente, através da análise de um balanço de massas. Este indicador não pode ser dado como garantido, tendo em conta que nem todos os SMAUT o contabilizam e, mesmo que o façam, poderão não o disponibilizar à SPV, uma vez que não tem contrapartida financeira em troca dessa informação.

## 4.2 Estrutura Metodológica e Análise de Pressupostos

Os principais indicadores estudados para a medição da contribuição do TMB no universo de RE encaminhados para reciclagem, no horizonte temporal de 2009 a 2016, são os que se apresentam no quadro 4.1.

Quadro 4.1. Indicadores de medição da contribuição do TMB para as taxas de retoma.

Indicadores	Unidades
Quantidades de RE encaminhados para reciclagem	t/ano
Quantidades de RSU a processar nas UTMB	t/ano
Quantidades de RE a recuperar das UTMB	t/ano

### 4.2.1 Quantidades de RE encaminhados para reciclagem

Os RE constituem um fluxo específico cuja gestão se rege de acordo com a legislação própria, referido anteriormente no Capítulo 2, e para os quais são estabelecidas taxas mínimas de reciclagem e valorização, a nível nacional.

Através da Licença actualmente em vigor, a SPV está vinculada ao cumprimento das percentagens mínimas de valorização e reciclagem em relação ao conjunto de embalagens que lhe são declaradas (cláusula 4ª, nº 3).

As quantidades encaminhadas para reciclagem até ao ano presente, foram apresentadas com base nas retomas anuais da SPV e com a previsão de fecho de ano de 2009, tendo em conta a recente medida de terminar a retoma experimental dos RE da categoria de plásticos mistos. A previsão para 2009 baseou-se na aplicação de proporções de quantidades, com base no ano de 2008. No caso dos plásticos mistos, aplicou-se uma regra de três simples para apurar as retomas de Setembro que será o único mês em falta a incluir.

Tendo em conta os significativos quantitativos de RE encaminhados no fluxo urbano e o papel crucial que os SMAUT desempenham no SIGRE, o PERSU contemplou a obrigatoriedade do cumprimento destes objectivos em concreto, com base nos cálculos estimados na Licença da SPV.

No entanto, esta dissertação guia-se pelos cálculos efectuados com base em dados reais e recentes, determinados neste Capítulo, que não são muito diferentes dos descritos no Despacho nº 10287/2009, de 20 de Abril.

Os indicadores que definem as quantidades de RE contabilizados para reciclagem são os que se encontram no quadro 4.2.

Quadro 4.2. Indicadores para a análise das quantidades de RE encaminhados para reciclagem.

Indicadores	Valor Monetário	Unidades
Quantidades Retomadas – Recolha Selectiva	VC	t/ano
Quantidades Retomadas – Incineração	VC	t/ano
Quantidades Reportadas TMB – TM	VIC	t/ano
Quantidades Reportadas TMB – TB	-	t/ano

As quantidades retomadas da recolha selectiva são aquelas que após recolhidas e triadas originam os RE com potencial de serem encaminhadas para reciclagem através do SIGRE.

As quantidades contabilizadas como incineração resultam das escórias dos RE de aço e alumínio, provenientes dos SMAUT que possuem infra-estruturas capazes de proceder a esta forma de valorização.

As quantidades reportadas da TMB englobam as que provêm do TM, que posteriormente são encaminhadas para reciclagem, bem como o reporte relativo aos RE de P/C valorizados biologicamente.

Após a contabilização de todas as parcelas, é possível calcular a quantidade total encaminhada para reciclagem anualmente.

#### 4.2.2 Quantidades de RSU a processar nas UTMB

Os RSU resultam da rejeição, por parte da população, da fracção não utilizável do seu consumo. A evolução das quantidades produzidas é um factor que não depende de acções de sensibilização para separação de recicláveis, nem do número de ecopontos disponível, mas antes de acções de prevenção de produção de resíduos, bem como do poder económico/níveis de consumo. As características dos resíduos indiferenciados também podem sofrer algumas alterações ao longo dos anos, consoante o comportamento dos consumidores.

A publicação referente à Caracterização dos SMAUT (SPV, 2008) revela que em Portugal Continental e Regiões Autónomas, o número de habitantes e a quantidade de RSU produzidos são os que se apresentam no quadro 4.3.

Quadro 4.3. População e produção de RSU em Portugal Continental e Regiões autónomas (SPV, 2008).

Portugal Continental	2008
População (hab.)	10.516.741
Quantidade de RSU (t/ano)	4.878.940
Quantidade de RSU (Kg/hab.ano)	464

No entanto, pelo referido anteriormente, neste estudo não fará sentido uma análise *per capita*. Optou-se igualmente por não prever crescimentos na população, e utilizar valores totais para cada um dos SMAUT envolvidos.

Não se considera adequado usar o Produto Interno Bruto (PIB) para analisar a evolução deste factor, tendo em conta que reflecte mais concretamente a produção industrial, que afecta apenas parcialmente a produção de RSU. Esta pequena influência resulta por um lado da fracção de resíduos industriais equiparados a urbanos, e por outro do rendimento disponível da população que leva a um aumento de consumo (INETI, 2009).

Recentes análises efectuadas pela SPV às quantidades de RSU a dar entrada nos SMAUT, através de inquéritos trimestrais, permitem aferir que estas quantidades têm vindo a diminuir, relativamente a trimestres homólogos, tal como se reflecte no Anexo II (SPV, 2009).

No entanto, tendo em conta os eventuais desvios ou acréscimos de resíduos que possam ocorrer ao longo dos anos seguintes, derivadas da implementação de diversas infra-estruturas, nomeadamente de UTMB, que estarão em construção e exploração, optou-se por adoptar neste estudo as taxas evolutivas previstas no ENRRUBDA (PERSU II), apresentadas no quadro 4.4.

Quadro 4.4. Taxas evolutivas de produção de RSU previstas no ENRRUBDA (MAOTDR, 2007).

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Taxa (%)	1,84	1,80	1,60	1,30	1,00	0,60	0,20	-0,10	-0,30	-0,50	-0,80	-1,00

Nota: Na ausência de valores concretos no PERSU, nos anos de 2013 e 2014 assumiram-se valores intermédios.

Na ausência de metodologias comparáveis de caracterizações de RSU efectuadas aos SMAUT, consideram-se os resultados de caracterizações efectuadas a três SMAUT (Ambirumo/SPV, 2008), bem como da caracterização efectuada pela Amarsul (Amarsul, 2009), com a mesma metodologia, para obter as composições das fracções de materiais no indiferenciado (% em peso húmido). Essas composições apresentam-se no quadro 4.5 (consultar Anexo IV, Quadro A4.1).

Quadro 4.5. Composições das fracções de materiais no indiferenciado, com base nas caracterizações de RSU de quatro SMAUT.

Material	Caracterização RSU - 2008 (% no indiferenciado)									
	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Plástico	Aço	Alumínio	Resíduos fermentáveis
<b>MÉDIA DOS 4 SMAUT (%)</b>	<b>2,74</b>	<b>5,37</b>	<b>1,01</b>	<b>6,78</b>	<b>0,63</b>	<b>0,90</b>	<b>8,65</b>	<b>1,00</b>	<b>0,23</b>	<b>48,77</b>

Desta forma, admitindo que a categoria de “Resíduos Fermentáveis” é equivalente à dos RUB, e aplicando esta análise aos restantes SMAUT, considera-se que as diferenças de características de ruralidade ou densidade populacional dos restantes não devem introduzir alterações significativas nos resultados.

Assim, tendo como base dados compilados através de informações de diversas fontes, descritas em nota de rodapé no quadro 4.6, sobre a capacidade de processamento de RUB em cada instalação, é possível obter uma quantidade de RSU expectável para os SMAUT que exploram, ou vão explorar, uma UTMB para os anos de 2010 e 2011, com base no cálculo da equação 1.

Equação 1

$$Q_{RSU \text{ à entrada da UTMB (t/ano)}} = Q_{RUB \text{ à entrada da UTMB (t/ano)}} / \% \text{ de Resíduos Fermentáveis}$$



Quadro 4.6. Descrição das UTMB Previstas para Portugal Continental até 2011 e respectivas capacidades de processamento de RUB.

Grupo	SMAUT	Tipo	Tipo de Recolha/Origem	Início de Actividade	Capacidade RUB (t) <sup>17</sup>	
					Selectiva	Indiferenciada
EGF	Amarsul - Setúbal	TM/Compostagem	Indiferenciada	1993	-	28.500 <sup>18</sup>
AM	Amave (receberá RSU da Resinorte)	TM/Compostagem	Indiferenciada	2001	-	53.000
EGF	Resiestrela	TM/Compostagem	Indiferenciada	2001	-	20.000
AM	Lipor	Compostagem	Selectiva de orgânicos	2004	60.000	-
EGF	Algar (2 estações)	Compostagem	Verdes	2005	10.000	-
EGF	Valorsul	Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos	2006	60.000	-
EGF	Valnor+A.M. Raia-Pinhal	TM/Compostagem	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2009	-	30.000 <sup>19</sup>
AM	Ambisousa	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos+ verdes	2009	20.000	-
EGF	Algar 2	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010	-	20.000
EGF	Valorlis+Resioeste	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2010	-	20.000
EGF	Amarsul - Seixal	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010	-	60.000
EGF	Amarsul - Palmela	TM	Indiferenciada	2010	-	60.000 <sup>5</sup>
AM	Ecobeirão	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2010	-	20.000
AM	Resiurb+Resitejo	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010	10.000	10.000
EGF	Suldouro	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2010	-	20.000
AM	Tratolixo <sup>20</sup>	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010	25.000	50.000
<b>TOTAL (TMB em funcionamento até 2010)</b>					<b>208.000</b>	<b>391.500</b>
EGF	Braval+Resulima+Valorminho	Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos	2011	20.000	-
EGF	Ersuc Coimbra	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2011	-	63.000
EGF	Ersuc Aveiro	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2011	-	63.000
AM	Gesamb+Resialentejo+ Ambilital <sup>21</sup> +Amcal	TM/Compostagem	Indiferenciada	2011	-	59.000
AM	Resíduos do Nordeste	TM <sup>22</sup> /Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos+ verdes	2011	10.000	-
<b>TOTAL (novas TMB em funcionamento em 2011)</b>					<b>30.000</b>	<b>243.000</b>

<sup>17</sup> Informações confirmadas pelo Eng.º Artur Cabeças (EGF) em reunião com a SPV a 03/06/2009, relativamente aos SMAUT EGF. Confirmou-se igualmente que a previsão do PERSU II relativamente aos SMAUT Resat+Rebat+Residouro+AMVDN não irá ocorrer, tendo em conta que os RSU serão encaminhados para o TMB da Amave. Em relação às Associações de Municípios, alguns dos valores tiveram por base dados da Prof.ª Doutora Ana Silveira (Silveira, 2008)

<sup>18</sup> Valores confirmados pela Amarsul em reunião a 30/07/2009.

<sup>19</sup> Valores confirmados pela Valnor em reunião a 15/09/2009.

<sup>20</sup> Note-se que a Tratolixo existente desde 2001, com capacidade para 60.000 t/ano de RUB será substituída pela que está descrita no quadro 4.6.

<sup>21</sup> Através de informações transmitidas pessoalmente pela Eng.ª Ana Luísa da Ambilital à SPV, a 02/04/2009, este SMAUT não fará parte da UTMB conjunta.

<sup>22</sup> Na dissertação não foi considerada a capacidade de processar indiferenciados, pois o PERSU considera que é uma solução hipotética para este SMAUT.

Note-se que as recolhas dedicadas (selectivas) de RUB não entram na análise deste estudo, tendo em conta que não existe potencial de recuperação de RE nesta fracção de resíduos.

Considerando a taxa de evolução prevista no ENRRUBDA para a produção de RSU, referida anteriormente, é possível calcular as quantidades previstas nas UTMB (actuais e previstas) que receberão indiferenciados, no horizonte temporal de 2010-2016, através do cálculo descrito na equação 2.

#### Equação 2

$$Quantidade\ Processada\ de\ RSU_{ano}\ (t/ano) = Quantidade\ Processada_{ano-1}\ (t/ano) \times Taxa\ Crescimento\ ENRRUBDA_{ano} + Quantidade\ Processada_{ano-1}\ (t/ano)$$

Através da análise do universo de RSU da dissertação, bem como das taxas de cada uma das fracções recicláveis existentes no indiferenciado, é possível prever o potencial de recicláveis a recuperar de cada uma, admitindo dois cenários distintos que têm por base informações de estudos efectuados sobre o assunto, de experiências internacionais, bem como informações adquiridas pela experiência dos próprios SMAUT.

Pressupondo que os cenários previstos se aplicam a todos os SMAUT com TMB, chega-se às quantidades previstas de recuperação de RE, bem como à sua taxa de contribuição mediante a totalidade de RE encaminhados para reciclagem, para o atingir das metas em 2011 e até ao ano de 2016.

A evolução da reciclagem de RE até 2016 é um indicador difícil de prever, pelo que se considera a análise estatística de evolução dos últimos anos até 2011, aplicando-se as taxas previstas pelo PERSU até 2016, *i.e.*, 25% de crescimento de 2011 a 2016.

#### 4.2.3 Quantidades de RE a recuperar nas UTMB

Os indicadores necessários para apurar as quantidades de RE a recuperar do TM são os que se apresentam no quadro 4.7.

Quadro 4.7. Indicadores para apurar os RE a recuperar do TM.

Indicadores	Unidades
Quantidades de RSU à entrada – TMB (capacidade de processamento)	t/ano
Quantidade potencial de RE no RSU	t/ano
Taxa de recuperação de RE no TM	%
Quantidades de RE a recuperar nas TMB	t/ano

A quantidade de RSU à entrada das UTMB é calculada de acordo com a equação 1, anteriormente descrita.

Os restantes indicadores encontram-se descritos nas equações 3, 4 e 5.

Equação 3

*Quantidade potencial de RE nos RSU<sub>material</sub> (t/ano) = Quantidade de RSU (t/ano) x % de presença de RE nos RSU<sub>material</sub>*

Equação 4

*Taxa de recuperação de RE no TM<sub>material</sub> (%) = [RE que entram na linha TM<sub>material</sub> (t/ano) / RE recuperados na linha TM<sub>material</sub> (t/ano)] x 100*

Equação 5

*Quantidades de RE recuperados na linha TM<sub>material</sub> (t/ano) = taxa de recuperação<sub>material</sub> (%) x Quantidade potencial de RE nos RSU<sub>material</sub> (t/ano)*

### 4.3 Cenários e respectivos Indicadores e Pressupostos

Neste estudo são considerados dois cenários distintos de previsão de quantidades a recuperar das UTMB em Portugal Continental: o Moderado e o Optimista. Por forma a conseguir apurar a contribuição das novas UTMB, considera-se um Cenário Base hipotético, no qual nenhuma nova Unidade seria construída.

Os cenários Moderado e Optimista baseiam-se em diversas experiências, nomeadamente das TMB espanholas (Ecoembes, 2009), da análise do Estudo *Environmental and Economic Analysis of end-life of packaging in HHW* (RDC, 2009), e também da Valnor, que constitui a mais recente experiência em matéria de TMB nacional, com óptimos resultados de recuperação de RE.

Quando nenhum destes valores se adequa à realidade portuguesa, tendo em conta as fracções de resíduos apuradas na alínea anterior para a totalidade de TMB previstas, opta-se por considerar a experiência da SPV com UTMB já existentes, nomeadamente a da Tratolixo.

O referido estudo, tem por base um modelo de software denominado *Range LCA (Life Cycle Assessment)* desenvolvido pela RDC – Environment (2009), o qual considera obter dados muito credíveis que, no entanto, não deixam de depender das características individuais e específicas de cada UTMB, mas que é possível em certa medida aplicar à generalidade das mesmas. Esta metodologia torna possível estimar todas as emissões e impactos ambientais decorrentes do processo, estando autorizado pelas normas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006. A análise da sensibilidade de diversos parâmetros associados ao processo permite apurar estatisticamente resultados relevantes. No que diz respeito às eficiências calculadas no referido estudo para diversos tipos de UTMB, baseiam-se na experiência e dados recolhidos no seguimento de visitas a França, Portugal e Espanha, dados gerais da experiência espanhola e dados obtidos pelos projectistas e produtores de equipamento de separação automática de plásticos, devendo ser consideradas teóricas.

#### 4.3.1 Cenário Moderado

Aplicando estes pressupostos ao exemplo das fracções recuperáveis em quatro SMAUT analisados anteriormente, admite-se que as fracções apuradas nas caracterizações de 2008 se mantêm semelhantes para o ano de 2010, para todos os SMAUT com TMB.

As taxas de recuperação de RE aplicadas no Cenário Moderado foram as apresentadas no quadro 4.8.

Quadro 4.8. Taxa de recuperação de RE nas UTMB no ano de 2010 para o Cenário Moderado.

Taxa de Recuperação de RE – 2010 – Cenário Moderado									
	Vidro	P/C	ECAL <sup>(a)</sup>	Filme <sup>(b)</sup>	PEAD	PET	Aço	Alumínio	Total
Taxa recuperação recicláveis do potencial (%)	0,50	2,68	-	2,30	0,34	0,33	0,96	0,08	<b>7,20</b>
Taxa recuperação recicláveis do indiferenciado (%)	18,2	50,0	-	25,0	54,0	37,0	96,0	36,0	-

(a) Uma vez que o mercado deste RE é muito negativo para a recolha selectiva, considera-se que a sua recuperação no TMB a partir dos RSU não é viável.

(b) A recuperação de filme refere-se somente aos que possuem uma dimensão superior ao tamanho A3.

A Sociedade Gestora de RE espanhola - Ecoembes, não possui dados de taxas de recuperação para os RE de vidro e de filme.

No caso do vidro, optou-se por utilizar a referência de recuperação actual da Valnor (Valnor, 2009), tendo em conta que é o único SMAUT que a possui.

No que respeita a recuperação de RE de P/C, utiliza-se como referência a análise do estudo (RDC, 2009)<sup>23</sup>.

Em relação ao material filme, consideram-se os dados da SPV com base na experiência com o SMAUT Tratólixo.

As taxas de recuperação de PEAD e PET aplicadas baseiam-se nos cálculos da Ecoembes para o potencial de RE (Ecoembes, 2009).

No que respeita os materiais aço, alumínio, considera-se que as proporções do potencial nos RE calculadas pelas caracterizações não são comparáveis com as proporções admitidas para o universo dos RSU nas UTMB, pelo que se opta pela análise do estudo RDC.

Note-se que todos os pressupostos admitem que são transponíveis para uma análise global das UTMB existentes e previstas.

Desta forma, mediante os cálculos descritos, a taxa de recuperação global de RE do TMB apurada para o Cenário Moderado é de **7,20%** para o ano de 2010, constituindo um pressuposto para apurar as quantidades de RE em causa, bem como o seu contributo para o atingir das metas.

Nas projecções a partir de 2010, as taxas de recuperação de RE consideram-se idênticas para cada um dos materiais, sendo aplicadas aos valores de RSU expectáveis apurados para todas as UTMB, para cada um dos anos até 2016.

Adicionalmente ao TM, as estações de TMB, permitem ainda a valorização orgânica de RE de P/C que, quando têm dimensões inferiores a todos os crivos seguem para o composto e acabam por ser valorizados. Na maioria das vezes, esta fracção não é contabilizada pelos SMAUT, no entanto, através de balanços de massas é possível chegar a esse valor, que pode ser contabilizado para o alcance das metas, desde que seja reportado sem custo adicional à SPV. O único SMAUT que o faz anualmente é a Tratólixo, através de uma metodologia de

<sup>23</sup> Table IV-6: MBT sorting plant efficiency (source: RDC modelling) – MBT sorting plant 3ª – Manual.

contabilização própria. Esta metodologia será utilizada neste estudo a título complementar, mas somente no Cenário Optimista, uma vez que constitui uma quantidade altamente hipotética, mas que se torna relevante apurar a título de curiosidade (Tratolixo, 2008).

Para o Cenário Moderado opta-se por considerar as quantidades de 2010 e 2011 iguais às expectáveis para 2009, no que respeita ao reporte de informação do P/C valorizado organicamente, aplicando um aumento de 5% a partir de 2011 até 2016, tal como previsto no ENRRUBDA para a totalidade de RE a ser encaminhados para reciclagem pelos SMAUT.

#### 4.3.2 Cenário Optimista

No Cenário Optimista aplicou-se igualmente o exemplo das fracções recuperáveis em quatro SMAUT analisados anteriormente, admitindo que as fracções apuradas nas caracterizações de 2008 se mantêm semelhantes para o ano de 2010, para todos os SMAUT com TMB.

As taxas de recuperação de RE aplicadas no Cenário Optimista foram as que se apresentam no quadro 4.9.

Quadro 4.9. Taxa de recuperação de RE nas UTMB em 2010 no Cenário Optimista.

Taxa de Recuperação de RE – 2010 – Cenário Optimista									
	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Aço	Alumínio	Total
Taxa recuperação recicláveis do potencial (%)	0,5	3,0	-	7,1	0,5	0,7	1,0	0,1	<b>12,87</b>
Taxa recuperação recicláveis do indiferenciado (%)	18,2	55,9	-	77,1	80,0	81,0	96,0	36,0	-

Neste cenário, considera-se a taxa de recuperação de RE actual da Valnor para os materiais vidro e P/C (Valnor, 2009).

Para o ano de 2010, se a inclusão do 2º separador balístico e de um separador óptico de filme plástico, no final da linha do TM da Valnor estiver já em funcionamento, permitirá recuperações deste material na ordem dos 12% em relação ao potencial. Tendo em conta que as outras UTMB poderão não sofrer essa melhoria, e as projectadas não a incluírem, optou-se considerar a taxa de recuperação prevista no estudo para este material (RDC, 2009).

Para os restantes materiais, tendo em conta as elevadas taxas de recuperação, não é possível aplicá-las à dimensão de todas as UTMB conjuntamente, pelo que se consideraram as taxas apuradas no estudo (RDC, 2009).<sup>24</sup>

A taxa de recuperação de RE resultante do Cenário Optimista é de **12,87%**.

Esta taxa é aproximada à descrita para a UTMB de Saragoça no Capítulo 3.

Tal como no Cenário Moderado, nas projecções a partir de 2010, as taxas de recuperação de RE consideram-se idênticas para cada um dos materiais, sendo aplicadas aos valores de RSU expectáveis apurados para todas as UTMB, para cada um dos anos até 2016.

As tabelas de cálculo apresentam-se no ANEXO IV.

<sup>24</sup> Table IV-6: MBT sorting plant efficiency (source: RDC modelling) – MBT sorting plant 3ª – Manual.

No que diz respeito à fracção de RE de cartão valorizados, admitindo que a quantidade de resíduos encaminhados para TB constitui 43,24% dos RSU que entram na UTMB e que, através de uma caracterização efectuada pela Tratolixo a essa fracção, se depreende que a percentagem de resíduos de cartão de embalagem encaminhado para TB é de 11%, calcula-se essa quantidade através da fórmula matemática descrita na equação 6 (Tratolixo, 2008).

#### Equação 6

$$Q \text{ P/C embalagem encaminhado para TB (t/ano)} = Q \text{ TB (t/ano)} \times 11\%$$

Considerando a percentagem de massa seca do cartão de 38%, calcula-se a fracção de cartão de embalagem realmente valorizado, como demonstra a equação 7.

#### Equação 7

$$Q \text{ P/C embalagem valorizado (t/ano)} = Q \text{ P/C embalagem encaminhado para TB (t/ano)} \times 38\%$$

Esta quantidade é considerada num cenário altamente hipotético e optimista, tendo em conta que depende do reporte voluntário dos SMAUT desta informação.

Também é possível chegar a estes valores através da fórmula matemática descrita na equação 8.

#### Equação 8

$$Q \text{ P/C embalagem valorizado (t/ano)} = Q \text{ P/C embalagem que entra no TMB (t/ano)} - (Q \text{ P/C triado no TM (t/ano)} + Q \text{ embalagem P/C refugo (t/ano)})$$

No entanto, tendo em conta que não se possui a informação das quantidades de P/C existentes no refugo de cada uma das UTMB, considera-se válida a primeira metodologia.

## 4.4 Projecções e Cumprimento de Metas

### 4.4.1 Projecções de reciclagem de RE – Fluxo Urbano

Relativamente às projecções de quantidades de RE a encaminhar para reciclagem até 2016, são analisados dois cenários, adicionalmente ao cenário base hipotético sem contribuição de nenhuma nova UTMB:

- Cenário Base – sem a contribuição de novas UTMB;
- Cenário com contribuição de novas UTMB – Moderado;
- Cenário com contribuição de novas UTMB – Optimista.

O **Cenário Base** de retomas, tem em conta a realidade actual no que diz respeito aos diferentes tipos de origem que proporcionam o encaminhamento de RE dos SMAUT para reciclagem e valorização.

Os cálculos efectuados para o período 2010-2011 têm por base a análise da evolução dos últimos anos para cada material, bem como a comparação de trimestres homólogos de 2009 e 2008. A partir de 2012, tendo em conta a dificuldade de previsão, admite-se um crescimento constante de 5%, de acordo com o PERSU II (MAOTDR, 2007).

Desta forma apresenta-se para a recolha selectiva, por material e por ano, uma evolução anual de RE, de acordo com o descrito no quadro 4.10.

Quadro 4.10. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, por material, provenientes da recolha selectiva.

%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Vidro</b>	4	4	5	5	5	5	5
<b>P/C</b>	17	17	5	5	5	5	5
<b>Plásticos (restantes)</b>	20	20	5	5	5	5	5
<b>Plástico misto</b>	0	0	5	5	5	5	5
<b>Aço</b>	20	20	5	5	5	5	5
<b>Alumínio</b>	5	5	5	5	5	5	5
<b>Madeira</b>	5	5	5	5	5	5	5
<b>Total</b>	6	11	5	5	5	5	5

Os RE provenientes da incineração e encaminhados para reciclagem, através de retomas do SIGRE, são igualmente contabilizadas para o atingir destas metas, referindo-se somente às escórias de RE ferrosos (aço) e não-ferrosos (alumínio). A evolução anual das quantidades de RE com esta proveniência, encontra-se descrita no quadro 4.11.

Quadro 4.11. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, por material, provenientes da incineração.

%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Escórias ferrosas</b>	0	0	5	5	5	5	5
<b>Escórias não-ferrosas</b>	0	0	5	5	5	5	5
<b>Total</b>	0	0	5	5	5	5	5

Tendo em conta a tendência decrescente dos últimos anos, considera-se que o valor permanecerá igual ao de 2009, para o período de 2010-2011. Nos anos que se seguem aplica-se igualmente um crescimento de 5% anual.

As quantidades de RE recuperadas a partir do TMB são geridas paralelamente ao SIGRE, tendo em conta que o mercado funciona normalmente sem a atribuição de um retomador por parte da SPV. Este fluxo é financiado somente pelo reporte de informação das quantidades encaminhadas para reciclagem.

Pela análise do histórico dos últimos anos dos dados da SPV consideram-se as taxas de evolução para o período de 2010-2011 iguais às de 2009 e, a partir de 2012 a taxa de crescimento anual constante de 5%, como demonstra o quadro 4.12.



Quadro 4.12. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, por material, recuperadas nas UTMB.

%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Vidro</b>	0	0	5	5	5	5	5
<b>P/C</b>	-35	-35	5	5	5	5	5
<b>Plásticos</b>	49	49	5	5	5	5	5
<b>Aço</b>	12	12	5	5	5	5	5
<b>Alumínio</b>	81	81	5	5	5	5	5
<b>Total</b>	19	27	5	5	5	5	5

Os RE de P/C valorizados biologicamente contam também para as metas de reciclagem, mas somente a Tratolixo contribui actualmente através do reporte de informação gratuito.

Desta forma, considera-se neste Cenário Base que o valor se mantém igual ao de 2009 para o biénio 2010-2011, tendo em conta que não existe um histórico alargado para admitir projecções.

A partir do ano de 2012, considera-se igualmente um crescimento constante anual de 5%, tal como mostra o quadro 4.13.

Quadro 4.13. Evolução anual das quantidades de RE de 2010 a 2016, do P/C valorizado biologicamente.

%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>P/C</b>	0	0	5	5	5	5	5

Para o **Cenário Moderado**, assume-se que as fracções de recolha selectiva, incineração e valorização orgânica do P/C se mantêm iguais às do Cenário Base.

A alteração diz respeito às quantidades recuperadas das novas UTMB, com base no Cenário Moderado assumido no sub-capítulo 4.4.1. para os anos de 2010-2016. Os indicadores relativos a esta fracção já aqui foram descritos.

Para o **Cenário Optimista**, assume-se igualmente que as fracções de recolha selectiva e incineração se mantêm iguais às do Cenário Base.

A alteração diz respeito às quantidades recuperadas das novas UTMB, com base no Cenário Optimista assumido no sub-capítulo 4.4.2. para os anos de 2010-2016. Os indicadores relativos a esta fracção já aqui foram descritos.

Relativamente à valorização orgânica do P/C, considerou-se aqui a metodologia utilizada pela Tratolixo, descrita nesse mesmo sub-capítulo, adaptando-a ao universo total das UTMB previstas, considerando hipoteticamente que essa quantidade será reportada gratuitamente à SPV e contribuindo, desta forma, para aumentar os números da reciclagem, no que diz respeito ao material P/C.

#### 4.4.2 Metas da SPV de reciclagem de RE – Fluxo Urbano

Tendo em conta que se pretende aferir a contribuição da recuperação de RE do TMB para o alcance das metas de reciclagem e valorização de RE, é fundamental calcular as quantidades necessárias de RE a encaminhar para reciclagem em 2011, respeitantes ao fluxo urbano.

Após se determinar as quantidades para todos os cenários é possível analisar a contribuição do TMB para o aumento das retomas de RE, bem como para o alcance das metas, por material. O cálculo do universo de embalagens em 2011 teve por base os dados do mercado potencial de embalagens (SPV, 2009). Este mercado divide-se em duas categorias:

- PGC – produtos de grande consumo;
- PI – produtos industriais.

Dentro das embalagens PGC, existem as consideradas primárias, secundárias e terciárias, cuja divisão relativamente às características urbanas/não-urbanas se encontra visível no quadro 4.14.

Quadro 4.14. Distribuição das embalagens PGC por urbanas e não-urbanas.

PGC	Urbanas (%)	Não-Urbanas (%)
Primárias	100	0
Secundárias	25	75
Terciárias	0	100

Através da aplicação destas percentagens, é possível calcular a estimativa de mercado potencial de embalagens urbanas, cuja evolução ao longo dos anos resulta nos valores do quadro 4.15.

Quadro 4.15. Evolução anual das quantidades do mercado potencial de embalagens urbanas, até 2011.

Quantidades (t)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Vidro	387.239	407.596	432.747	429.510	421.088	416.919	416.919
Plástico	173.783	177.649	186.446	197.446	193.575	191.658	191.658
P/C	203.413	202.031	216.144	207.351	203.285	201.273	201.273
Aço	46.100	46.295	46.771	48.997	48.036	47.560	47.560
Alumínio	8.388	8.990	8.466	8.881	8.707	8.621	8.621
Madeira	7.379	5.291	4.451	6.037	5.919	5.860	5.860
Outros materiais	3.266	3.047	3.274	4.227	4.144	4.103	4.103
<b>Total</b>	<b>829.568</b>	<b>849.963</b>	<b>896.714</b>	<b>901.843</b>	<b>884.159</b>	<b>875.405</b>	<b>875.405</b>

Mediante o desconhecimento da evolução que o mercado sofrerá, e tendo em conta a crise que actualmente se faz sentir nos nossos mercados, sem previsões concretas de retorno, admitiu-se um crescimento constante de 1% ao longo dos anos, até ao final do ano de 2016, originando os valores apresentados no quadro 4.16.

Quadro 4.16. Evolução anual das quantidades do mercado potencial de embalagens urbanas, até 2016.

Quantidades (t)	2012	2013	2014	2015	2016
Vidro	421.088	425.299	429.552	433.848	438.186
Plástico	193.575	195.510	197.465	199.440	201.434
P/C	203.285	205.318	207.371	209.445	211.539
Aço	48.036	48.516	49.002	49.492	49.986
Alumínio	8.707	8.794	8.882	8.971	9.061
Madeira	5.919	5.978	6.038	6.098	6.159
Outros materiais	4.144	4.185	4.227	4.269	4.312
<b>Total</b>	<b>884.159</b>	<b>893.001</b>	<b>901.931</b>	<b>910.950</b>	<b>920.060</b>

Tendo em conta os valores do mercado potencial urbano de embalagens e as metas de declaradas a que a SPV se vê obrigada na sua Licença, e considerando que esses objectivos se aplicam somente ao fluxo urbano, calculou-se o objectivo de quantidades declaradas urbanas previstas para 2011, cujos resultados se encontram no quadro 4.17.

Quadro 4.17. Quantidades de embalagens declaradas à SPV em 2011.

	2011	%
<b>Mercado Potencial</b>	<b>875.405 t</b>	
<b>Declaradas Urbanas</b>	<b>744.595 t</b>	85

Mediante as embalagens declaradas urbanas que a SPV prevê obter em 2011, bem como a meta estipulada em termos de retoma para reciclagem e valorização de RE descritas já no Capítulo 2, apuraram-se as quantidades mínimas a encaminhar para reciclagem e valorizar em 2011, que se apresentam no quadro 4.18.

Quadro 4.18. Metas de reciclagem e valorização de RE urbanos em 2011, para a SPV.

	2011	%
<b>Embalagens Urbanas Declaradas</b>	<b>744.595 t</b>	
<b>Reciclagem de RE urbanas</b>	<b>409.252 t</b>	55
<b>Valorização de RE urbanas</b>	<b>446.757 t</b>	60

Ressalva-se a diferença de valores do que está estipulado na Licença da SPV do ano de 2003 e no PERSU II, bem como do que consta do Despacho nº 10287/2009, de 20 de Abril. Neste estudo opta-se por calcular os dados mais recentes existentes, com base em dados reais da SPV. A mesma análise por tipo de material encontra-se no quadro 4.19.

Quadro 4.19. Metas de reciclagem e valorização de RE urbanos em 2011, para a SPV, por material.

Quantidades (t)	Declaradas 2011	Meta 2011 (%)	Meta 2011 (t)
Vidro	354.381	60	212.629
Plástico	162.909	22,5	36.655
P/C	171.082	60	102.649
Aço	40.426	50	20.213
Alumínio	7.328	50	3.664
Madeira	4.981	15	747
Outros materiais	3.487	-	-
<b>Total Reciclagem</b>	<b>744.595</b>	<b>55</b>	<b>409.252</b>
<b>Total Valorização</b>	<b>744.595</b>	<b>60</b>	<b>446.757</b>

## 5 Análise e Discussão de Resultados

### 5.1 Situação actual da reciclagem de RE

#### 5.1.1 Evolução de retomas de RE totais

Através dos dados de retoma do fluxo urbano da SPV ao longo de uma década (1998-2008) verifica-se um constante aumento ao longo dos anos das quantidades encaminhadas para reciclagem, como se pode verificar na figura 5.1.

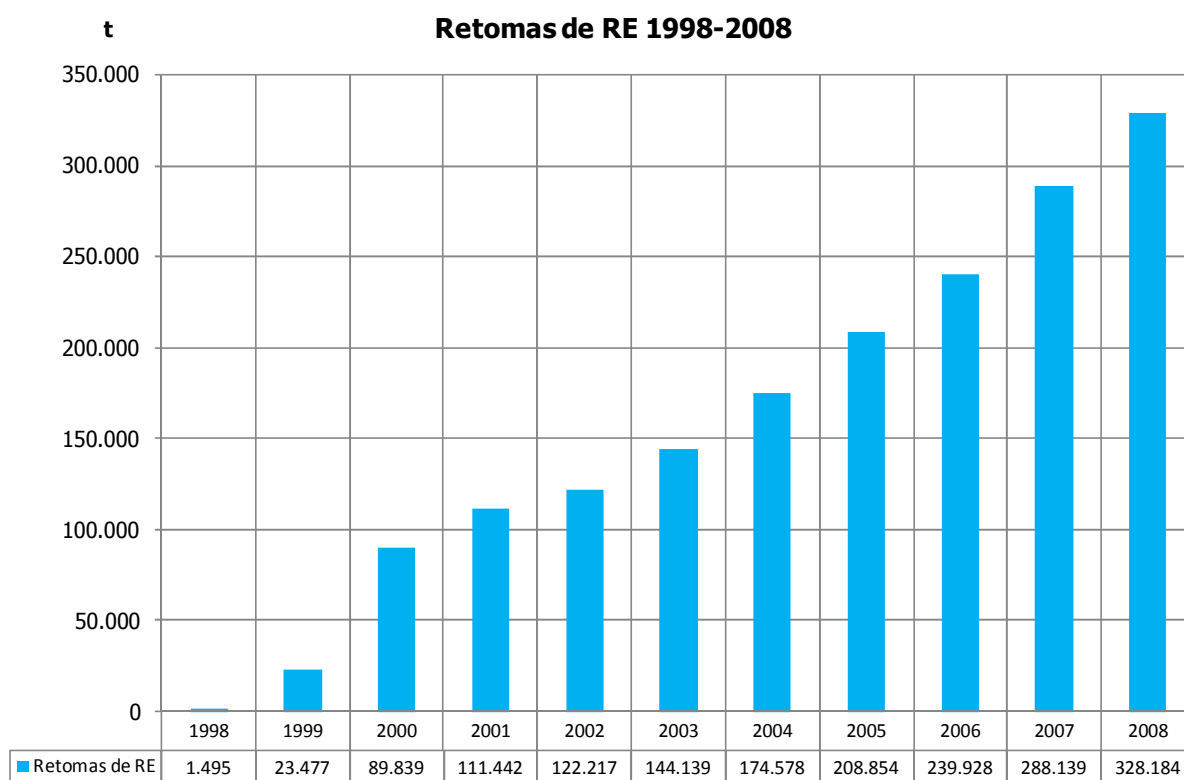


Figura 5.1. Evolução de retomas de RE do fluxo urbano de 1998 a 2008 (SPV, 1998-2008).

A taxa de crescimento tem sido muito variável ao longo dos anos, no entanto, ignorando os valores mais atípicos iniciais, a média de crescimento anual de retomas de RE desde 2002 é de 18%.

#### 5.1.2 Evolução de retomas de RE por tipo de material

Atendendo às metas legais de reciclagem deste tipo de resíduo, é fundamental descrever os quantitativos por tipo de material.

A figura 5.2. permite analisar a evolução de retomas ao longo dos anos, discriminadas por tipo de material.

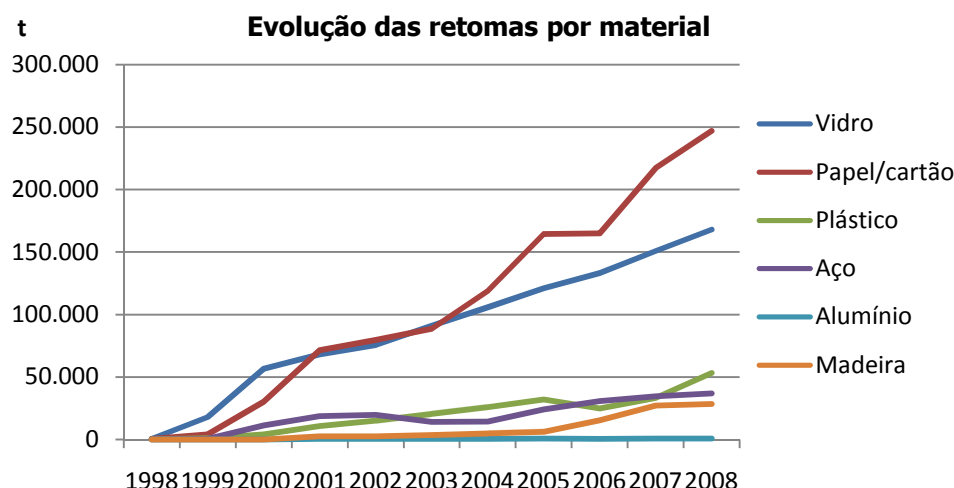


Figura 5.2. Evolução das quantidades retomadas de 1998 a 2008, por material (SPV, 1998-2008).

Analisando esse crescimento por material, constata-se que o P/C é o que apresenta valores mais elevados de retoma desde o ano de 2004, seguindo-se os RE de vidro. Comparativamente, o encaminhamento para reciclagem com menor expressão diz respeito ao plástico, aço, madeira e por fim, o alumínio cujo crescimento tem sido praticamente desprezável.

Todos estes valores se referem unicamente às retomas geridas no circuito urbano, que é o que possui interesse a nível deste estudo.

### 5.1.3 Evolução de retomas de RE por origem

Neste estudo, pretende-se verificar o contributo do TMB em termos de recuperação de RE, para as retomas globais da SPV. É por esse motivo importante, discriminar as quantidades contabilizadas pela respectiva origem de produção. A figura 5.3. mostra a evolução das retomas no horizonte temporal de 1998 a 2008, discriminado por origens, sendo que as barras relativas à recolha selectiva se lêem no eixo secundário.

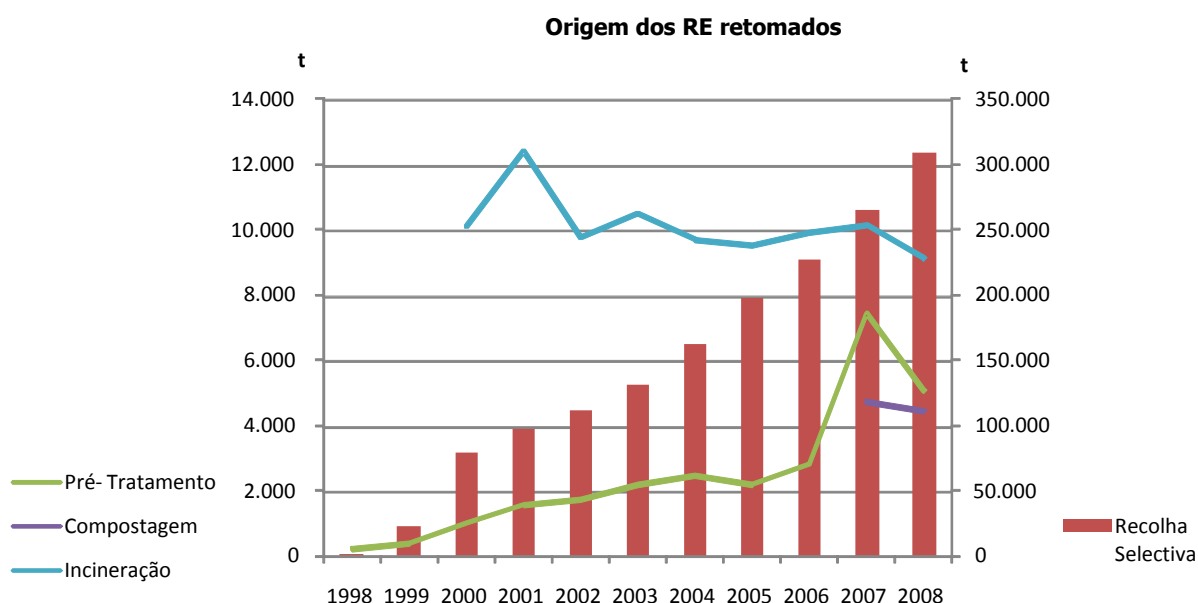


Figura 5.3. Quantidades retomadas de RE de 1998 a 2008, por origem (SPV, 1998-2008).

A evolução das quantidades da pré-compostagem contempla o material encaminhado para reciclagem via SIGRE até 2003 e reportado via fluxo complementar a partir desse ano, dos SMAUT Amarsul, Tratolixo e Amave. Nota-se uma tendência crescente até 2007, sofrendo um acentuado decréscimo em 2008, tendo em conta que a UTMB da Tratolixo parou por motivo de obras no ano de 2008. O grande aumento na taxa de recuperação de RE em 2007, deve-se ao facto de a Tratolixo só ter reportado o material filme nos últimos três meses de 2006 e só ter começado a triar o P/C em 2007.

#### 5.1.4 Retomas de RE por origem em 2008

Analisando os dados mais recentes das retomas da SPV, é possível verificar a representatividade dos RE urbanos encaminhados para reciclagem e valorização, tal como demonstra a figura 5.4.

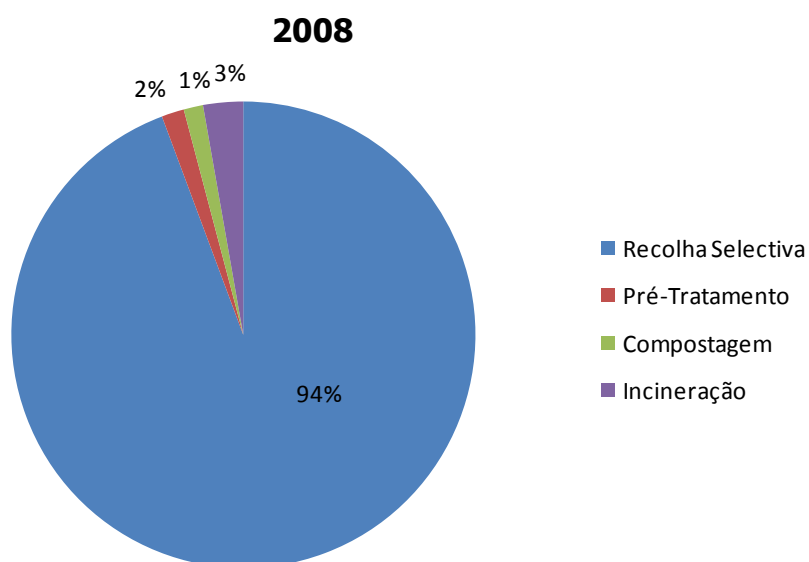


Figura 5.4. Distribuição percentual da contribuição de cada origem de RE para as retomas em 2008 (SPV, 2008).

Desta forma, depreende-se que no ano de 2008, os RE provenientes do TM das UTMB, representaram somente 2% das retomas totais dos resíduos urbanos de embalagem. A recolha selectiva traduz a maior fatia, contribuindo com 94% das retomas totais do ano.

## 5.2 Recuperação de RE no TM das UTMB previstas e em exploração

### 5.2.1 UTMB em exploração e previstas até 2011

As UTMB previstas para o Continente entre os anos de 2010 e 2011 encontram-se localizadas no mapa da figura 5.5.

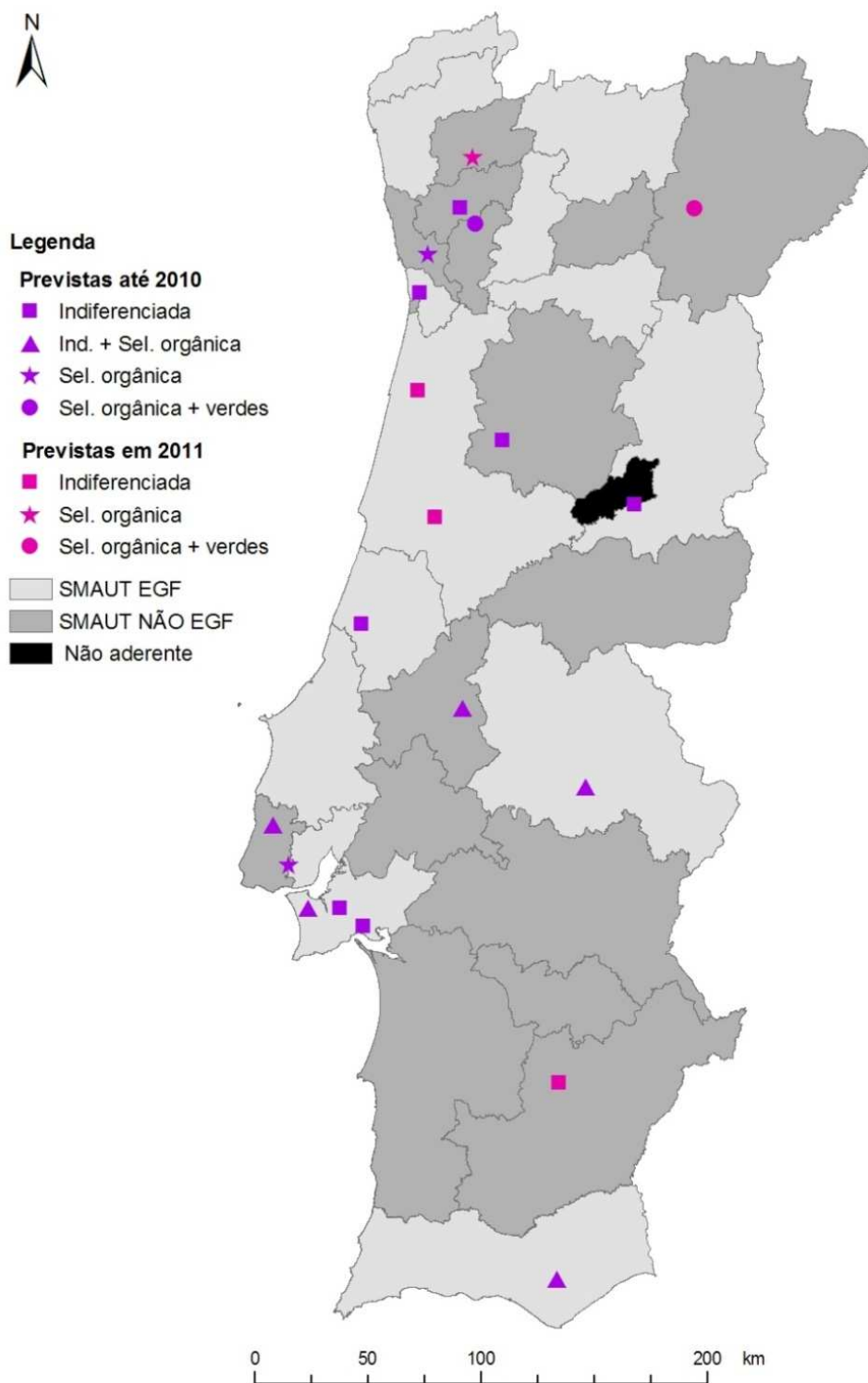


Figura 5.5. Localização das UTMB previstas para 2010 e 2011.



Após a determinação da percentagem da fracção de resíduos fermentáveis (RUB) nos RSU dos quatro SMAUT caracterizados, aplica-se aos restantes SMAUT com TMB de indiferenciados, calculando-se os RSU que cada um vai processar, para os anos 2010 e 2011. Os resultados da fracção de cada material no RSU estão apresentados no quadro 5.1. e a previsão dos RSU que cada SMAUT irá processar no quadro 5.2.

Quadro 5.1. Percentagens de cada material nos RSU com base na média de quatro SMAUT.

Caracterização RSU - 2008 (% no indiferenciado)									
Material	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Aço	Alumínio	Resíduos fermentáveis
MÉDIA DOS 4 SMAUT (%)	2,74	5,37	1,01	6,78	0,63	0,90	1,00	0,23	48,77

Aplicando aos RSU previstos para cada SMAUT a evolução prevista no ENRRUBDA, ao longo dos anos, obtém-se as quantidades apresentadas na figura 5.6.

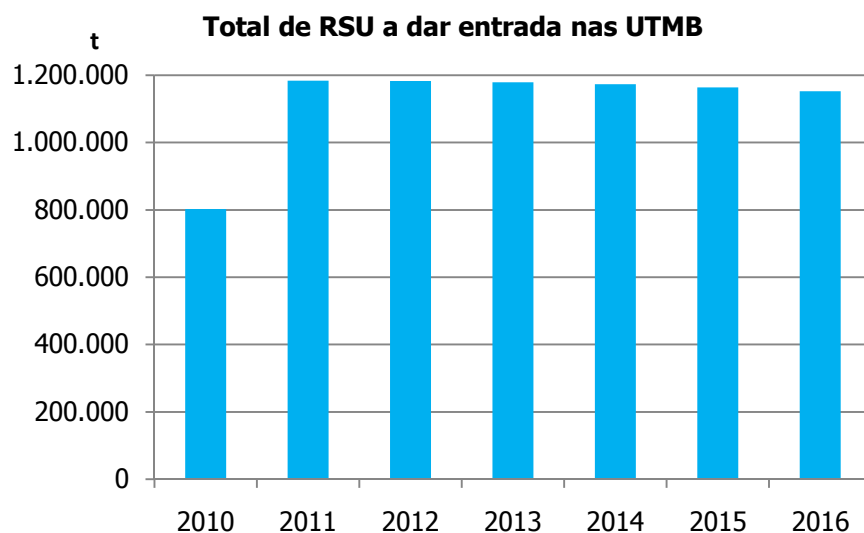


Figura 5.6. Quantidades de RSU previstas nas UTMB em Portugal Continental.

Pode verificar-se a tendência decrescente de produção de RSU ao longo dos anos, a partir de 2011.

Quadro 5.2. Capacidade de processamento de RSU em cada UTMB prevista em Portugal Continental em 2010 e 2011.

Grupo	SMAUT	Tipo	Tipo de Recolha/Origem	Início de Actividade	Capacidade RUB (t)		RSU (t)
					Selectiva	Indiferenciada	
EGF	Amarsul - Setúbal	TM/Compostagem	Indiferenciada	1993		28.500	58.441
AM	Amave (receberá RSU da Resinorte)	TM/Compostagem	Indiferenciada	2001		53.000	108.679
EGF	Resiestrela	TM/Compostagem	Indiferenciada	2001		20.000	41.011
AM	Lipor	Compostagem	Selectiva de orgânicos	2004	60.000		
EGF	Algar (2 estações)	Compostagem	Verdes	2005	10.000		
EGF	Valorsul	Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos	2006	60.000		
EGF	Valnor+A.M. Raia-Pinhal	TM/Compostagem	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2009		30.000	61.517
AM	Ambisousa	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos+ verdes	2009	20.000		
EGF	Algar 2	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010		20.000	41.011
EGF	Valorlis+Resioeste	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2010		20.000	41.011
EGF	Amarsul - Seixal	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010		60.000	123.033
EGF	Amarsul - Palmela	TM	Indiferenciada	2010		60.000	123.033
AM	Ecobeirão	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2010		20.000	41.011
AM	Resiurb+Resitejo	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010	10.000	10.000	20.506
EGF	Suldouro	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2010		20.000	41.011
AM	Tratolixo	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva orgânicos+ Indiferenciada	2010	25.000	50.000	102.528
<b>TOTAL (TMB em funcionamento até 2010)</b>					<b>208.000</b>	<b>391.500</b>	<b>802.792</b>
EGF	Braval+Resulima+Valorminho	Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos	2011	20.000	0	
EGF	Ersuc Coimbra	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2011		63.000	129.185
EGF	Ersuc Aveiro	TM/Digestão anaeróbia	Indiferenciada	2011		63.000	129.185
AM	Gesamb+Resialentejo+Amcal	TM/Compostagem	Indiferenciada	2011		59.000	120.983
AM	Resíduos do Nordeste	TM/Digestão anaeróbia	Selectiva de orgânicos+ verdes	2011	10.000		
<b>TOTAL (novas TMB em funcionamento em 2011)</b>					<b>30.000</b>	<b>243.000</b>	<b>379.352</b>

## 5.2.2 Quantidade potencial de RE a recuperar no TM nas UTMB

Após se ter determinado a fracção de cada material reciclável no universo de RSU de quatro SMAUT, aplicam-se essas percentagens a cada um dos materiais do total de SMAUT com TMB de resíduos indiferenciados, obtendo-se o potencial de RE passíveis de recuperação na linha de pré-tratamento para o ano de 2010, em Portugal Continental. Esse potencial encontra-se descrito no quadro 5.3.

Quadro 5.3. Potencial das fracções de RE a dar entrada nas UTMB em 2010.

Potencial das fracções RE nos RSU entrar nas UTMB – 2010										
	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Aço	Alu- mínio	Resíduos fermentáveis	Totais (t)
TOTAL 4 SMAUT	8.707	17.036	3.196	29.243	1.992	2.859	3.161	741	154.793	
MÉDIA DOS 4 SMAUT (%)	<b>2,74</b>	<b>5,37</b>	<b>1,01</b>	<b>9,21</b>	<b>0,63</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>0,23</b>	<b>48,77</b>	317.412 (amostra)
Quantidade potencial TMB 2010 (t)	22.022	43.087	8.082	73.960	5.038	7.232	7.994	1.873	391.500	<b>802.792 (RSU)</b>

Nas projecções a partir de 2010, as taxas do potencial de RE existentes nos RSU consideram-se idênticas para cada um dos materiais, sendo aplicadas aos valores de RSU expectáveis apurados para todas as instalações de UTMB (indiferenciado), para cada um dos anos até 2016, tal como se visualiza no quadro 5.4.

Quadro 5.4. Potencial das fracções de RE nos RSU a dar entrada nas UTMB de 2010 a 2016.

Anos	Potencial das fracções RE nos RSU entrar nas UTMB (t)									
	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Aço	Alu- mínio	Resíduos fermentáveis	Totais RSU
<b>2010</b>	22.022	43.087	8.082	73.960	5.038	7.232	7.994	1.873	391.500	<b>802.792</b>
<b>2011</b>	32.473	63.533	11.918	109.057	7.429	10.664	11.788	2.762	577.283	<b>1.183.750</b>
<b>2012</b>	32.440	63.470	11.906	108.948	7.422	10.653	11.776	2.759	576.706	<b>1.182.566</b>
<b>2013</b>	32.343	63.279	11.870	108.621	7.399	10.621	11.741	2.751	574.976	<b>1.179.019</b>
<b>2014</b>	32.181	62.963	11.811	108.078	7.362	10.568	11.682	2.737	572.101	<b>1.173.124</b>
<b>2015</b>	31.924	62.459	11.716	107.213	7.304	10.483	11.589	2.715	567.524	<b>1.163.739</b>
<b>2016</b>	31.605	61.835	11.599	106.141	7.231	10.379	11.473	2.688	561.849	<b>1.152.101</b>

Desta forma, o potencial de recicláveis é sempre proporcional à evolução dos RSU. Neste caso, as quantidades potenciais decrescem ao longo dos anos, a partir de 2011, sendo no entanto muito superiores às do ano de 2009 e 2010, tendo em conta que o crescimento das UTMB em funcionamento ocorre somente em 2010, prolongando-se para 2011.

## 5.2.3 Quantidades de RE a recuperar no TM nas UTMB

### 5.2.3.1 Cenário Moderado

Tendo por base os pressupostos considerados no Capítulo 4, para o Cenário Moderado, calculam-se as quantidades totais a recuperar no universo de RSU a dar entrada nas UTMB previstas em 2010, tal como se demonstra no quadro 5.5.

Quadro 5.5. Fracções de RE recuperadas nas UTMB em 2010 – Cenário Moderado.

Fracções de RE recuperadas nas UTMB – 2010 – Cenário Moderado										
	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Aço	Alu- mínio	Resíduos fermentáveis	Totais (t)
Quantidade potencial TMB 2010 (t)	22.022	43.087	8.082	73.960	5.038	7.232	7.994	1.873	391.500	<b>802.792 (RSU)</b>
Taxa recuperação recicláveis do indiferenciado (%)	0,50	2,68	-	2,30	0,34	0,33	0,96	0,08	-	<b>7,20</b>
Taxa recuperação recicláveis do potencial (%)	18,2	50,0	-	25,0	54,0	37,0	96,0	36,0	-	
Quantidade Total de RE para reciclagem (t)	<b>4.014</b>	<b>21.543</b>	<b>0</b>	<b>18.490</b>	<b>2.721</b>	<b>2.676</b>	<b>7.675</b>	<b>674</b>	-	<b>57.793</b>

Nas projecções a partir de 2010, as taxas de recuperação de RE consideram-se idênticas para cada um dos materiais, sendo aplicadas aos valores do potencial de RE nos RSU expectáveis apurados para todas as UTMB (indiferenciado), para cada um dos anos até 2016. Os valores resultantes para esse horizonte temporal, apresentam-se no quadro 5.6.

Quadro 5.6. Recuperação de RE nas UTMB de 2010 a 2016 – Cenário Moderado.

Ano	Recuperação de RE das UTMB - Cenário Moderado (t)							Total
	Vidro	P/C	Filme	PEAD	PET	Aço	Alumínio	
2010	4.014	21.543	18.490	2.721	2.676	7.675	674	57.793
2011	5.919	31.767	27.264	4.012	3.946	11.317	994	85.218
2012	5.913	31.735	27.237	4.008	3.942	11.305	993	85.133
2013	5.895	31.640	27.155	3.996	3.930	11.271	990	84.877
2014	5.866	31.482	27.019	3.976	3.910	11.215	985	84.453
2015	5.819	31.230	26.803	3.944	3.879	11.125	978	83.777
2016	5.761	30.917	26.535	3.904	3.840	11.014	968	82.940
	<b>39.185</b>	<b>210.314</b>	<b>180.504</b>	<b>26.560</b>	<b>26.122</b>	<b>74.923</b>	<b>6.583</b>	<b>564.190</b>

### 5.2.3.2 Cenário Optimista

Tendo por base os pressupostos considerados no Capítulo 4, para o Cenário Optimista, calculam-se as quantidades totais a recuperar no universo de RSU a dar entrada nas UTMB previstas em 2010, tal como demonstra o quadro 5.7.

Quadro 5.7. Fracções recicláveis recuperadas nas UTMB em 2010 – Cenário Optimista.

Fracções de RE recuperadas nas UTMB – 2010 – Cenário Optimista										
	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Aço	Alu- mínio	Resíduos fermentáveis	Totais (t)
Quantidade TMB 2010 (t)	22.022	43.087	8.082	73.960	5.038	7.232	7.994	1.873	391.500	<b>802.792 (RSU)</b>
Taxa recuperação recicláveis do indiferenciado (%)	0,5	3,0	-	7,1	0,5	0,7	1,0	0,1	-	<b>12,87</b>
Taxa recuperação recicláveis do potencial (%)	18,2	55,9	-	77,1	80,0	81,0	96,0	36,0	-	-
Quantidade total para reciclagem (t)	<b>4.014</b>	<b>24.084</b>	<b>0</b>	<b>56.998</b>	<b>4.030</b>	<b>5.860</b>	<b>7.671</b>	<b>674</b>		<b>103.332</b>

Nas projecções a partir de 2010, as taxas de recuperação de RE consideram-se idênticas para cada um dos materiais, sendo aplicadas aos valores de RSU expectáveis apurados para todas as instalações de TMB (indiferenciado), para cada um dos anos até 2016.

Quadro 5.8. Recuperação de RE nas UTMB de 2010 a 2016 – Cenário Optimista.

Ano	Recuperação de RE nas UTMB – Cenário Optimista (t)							Total
	Vidro	P/C	Filme	PEAD	PET	Aço	Alumínio	
2010	4.014	24.084	56.998	4.030	5.860	7.671	674	103.332
2011	5.919	35.513	84.046	5.942	8.641	11.312	994	152.368
2012	5.913	35.477	83.962	5.936	8.633	11.301	993	152.215
2013	5.895	35.371	83.710	5.919	8.607	11.267	990	151.759
2014	5.866	35.194	83.292	5.889	8.564	11.210	985	151.000
2015	5.819	34.912	82.625	5.842	8.495	11.121	978	149.792
2016	5.761	34.563	81.799	5.784	8.410	11.009	968	148.294
	<b>39.185</b>	<b>235.113</b>	<b>556.433</b>	<b>39.342</b>	<b>57.211</b>	<b>74.891</b>	<b>6.583</b>	<b>1.008.759</b>

### 5.3 Projecção da reciclagem de RE até 2016

Relativamente às projecções de quantidades de RE a encaminhar para reciclagem até 2016, são analisados dois cenários, adicionalmente ao cenário base hipotético sem contribuição de nenhuma nova UTMB, tal como explicado no Capítulo 4.

#### 5.3.1 Cenário Base – sem a contribuição de novas UTMB

Os resultados dos cálculos efectuados para os RE provenientes da recolha selectiva, incineração, TMB e de P/C valorizado biologicamente, expectáveis para o período de 2009 a 2016 no Cenário Base, apresentam-se por material e por ano, no quadro 5.9.

Quadro 5.9. Quantidades de RE previstas para os anos de 2009 a 2016, provenientes da recolha selectiva, incineração, TMB e P/C valorizado biologicamente – Cenário Base.

t	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Recolha selectiva</b>								
Vidro	176.601	183.665	191.011	200.562	210.590	221.119	232.175	243.784
P/C	117.642	137.641	161.040	169.092	177.547	186.424	195.745	205.532
Plásticos (restantes)	28.711	34.453	41.343	43.410	45.581	47.860	50.253	52.766
Plástico misto	12.335	0	0	0	0	0	0	0
Aço	6.224	7.469	8.963	9.411	9.882	10.376	10.894	11.439
Alumínio	245	258	270	284	298	313	329	345
Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
<b>Total</b>	<b>344.934</b>	<b>366.821</b>	<b>406.130</b>	<b>426.437</b>	<b>447.759</b>	<b>470.147</b>	<b>493.654</b>	<b>518.337</b>
<b>Incineração</b>								
Escórias ferrosas	6.725	6.725	6.725	7.061	7.414	7.785	8.174	8.583
Escórias não-ferrosas	557	557	557	585	614	644	677	711
<b>Total</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.646</b>	<b>8.028</b>	<b>8.429</b>	<b>8.851</b>	<b>9.293</b>
<b>TMB</b>								
Vidro	150	150	150	158	165	174	182	191
P/C	1.031	670	436	457	480	504	529	556
Plásticos	2.330	3.472	5.173	5.432	5.703	5.988	6.288	6.602
Aço	2.097	2.349	2.631	2.763	2.901	3.046	3.198	3.358
Alumínio	36	65	117	123	129	136	143	150
<b>Total</b>	<b>5.644</b>	<b>6.706</b>	<b>8.507</b>	<b>8.932</b>	<b>9.379</b>	<b>9.848</b>	<b>10.340</b>	<b>10.857</b>
<b>Valorização orgânica</b>								
P/C	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.681</b>	<b>4.915</b>	<b>5.161</b>	<b>5.419</b>	<b>5.690</b>
<b>Total</b>								
	<b>362.318</b>	<b>385.266</b>	<b>426.377</b>	<b>447.696</b>	<b>470.081</b>	<b>493.585</b>	<b>518.264</b>	<b>544.177</b>

A evolução prevista ao longo do horizonte temporal de 2009 a 2016, observa-se na figura 5.7.

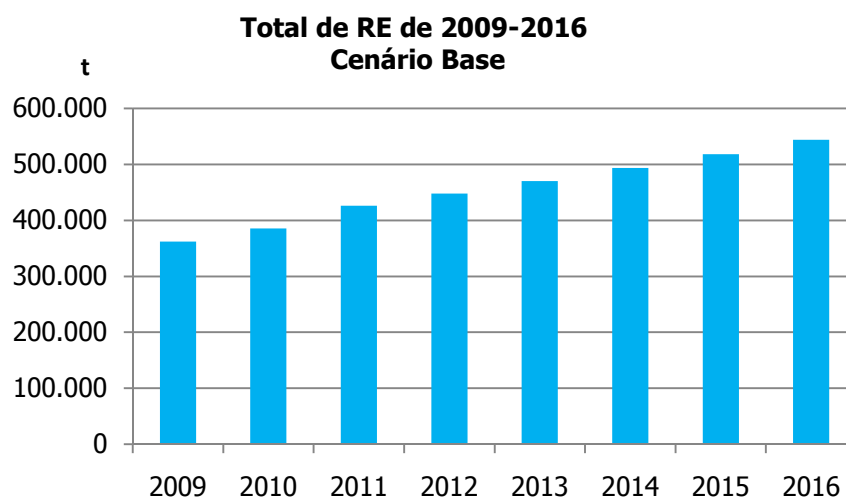


Figura 5.7. Total de RE nas retomas de 2009 a 2016 – Cenário Base.

Através da análise do gráfico, depreende-se que mesmo sem a construção de novas UTMB, as quantidades de RE encaminhados para reciclagem tendem a aumentar ao longo dos anos.

### 5.3.2 Cenário com contribuição de novas UTMB – Moderado

Os resultados dos cálculos efectuados para os RE provenientes da recolha selectiva expectáveis para o período de 2009 a 2016 no Cenário Base aplicam-se igualmente no Cenário Moderado, bem como os da incineração e do P/C valorizado biologicamente. Os cálculos efectuados para os RE provenientes do TM das TMB, expectáveis para o período de 2009 a 2016, considerando a metodologia aplicável ao Cenário Moderado, permitiram alcançar resultados distintos, tal como se pode verificar no quadro 5.10.

Quadro 5.10. Quantidades de RE previstas para os anos de 2009 a 2016, provenientes da recolha selectiva, incineração, TMB e P/C valorizado biologicamente – Cenário Moderado.

t	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Recolha selectiva</b>								
Vidro	176.601	183.665	191.011	200.562	210.590	221.119	232.175	243.784
P/C	117.642	137.641	161.040	169.092	177.547	186.424	195.745	205.532
Plásticos (restantes)	28.711	34.453	41.343	43.410	45.581	47.860	50.253	52.766
Plástico misto	12.335	0	0	0	0	0	0	0
Aço	6.224	7.469	8.963	9.411	9.882	10.376	10.894	11.439
Alumínio	245	258	270	284	298	313	329	345
Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
<b>Total</b>	<b>344.934</b>	<b>366.821</b>	<b>406.130</b>	<b>426.437</b>	<b>447.759</b>	<b>470.147</b>	<b>493.654</b>	<b>518.337</b>
<b>Incineração</b>								
Escórias ferrosas	6.725	6.725	6.725	7.061	7.414	7.785	8.174	8.583
Escórias não-ferrosas	557	557	557	585	614	644	677	711
<b>Total</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.646</b>	<b>8.028</b>	<b>8.429</b>	<b>8.851</b>	<b>9.293</b>
<b>TMB</b>								
Vidro	150	4.014	5.919	5.913	5.895	5.866	5.819	5.761
P/C	1.031	21.543	31.767	31.735	31.640	31.482	31.230	30.917
Plásticos	2.330	23.886	35.221	35.186	35.081	34.905	34.626	34.280
Aço	2.097	7.675	11.317	11.305	11.271	11.215	11.125	11.014
Alumínio	36	674	994	993	990	985	978	968
<b>Total</b>	<b>5.644</b>	<b>57.793</b>	<b>85.218</b>	<b>85.133</b>	<b>84.877</b>	<b>84.453</b>	<b>83.777</b>	<b>82.940</b>
<b>Valorização orgânica</b>								
P/C	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.681</b>	<b>4.915</b>	<b>5.161</b>	<b>5.419</b>	<b>5.690</b>
<b>Total</b>								
	<b>362.318</b>	<b>436.353</b>	<b>503.088</b>	<b>523.896</b>	<b>545.579</b>	<b>568.190</b>	<b>591.701</b>	<b>616.259</b>



A evolução prevista ao longo do horizonte temporal de 2009 a 2016, para o Cenário Moderado, observa-se na figura 5.8.

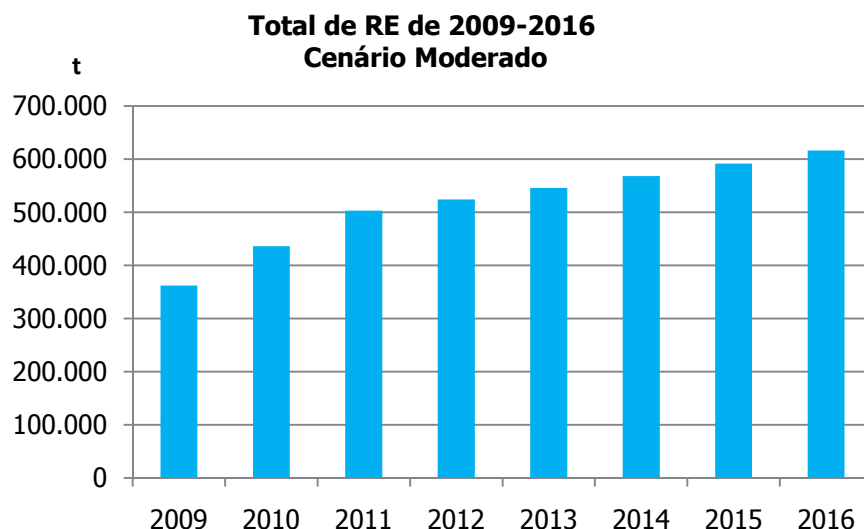


Figura 5.8. Total de RE nas retomas de 2009 a 2016 – Cenário Moderado.

O Cenário Moderado possibilita um crescimento razoável de retomas de RE, relativamente ao Cenário Base.

### 5.3.3 Cenário com contribuição de novas UTMB – Optimista

Os resultados dos cálculos efectuados para os RE provenientes da recolha selectiva, bem como os RE provenientes de incineração, no que diz respeito aos materiais escórias ferrosas e não ferrosas, expectáveis para o período de 2009 a 2016 no Cenário Base, aplicam-se igualmente no Cenário Optimista.

Os cálculos efectuados para os RE provenientes do TM das UTMB, expectáveis para o período de 2009 a 2016, considerando a metodologia aplicável ao Cenário Optimista, bem como as quantidades dos RE de P/C valorizados biologicamente, diferentes das dos Cenários Base e Moderado, apresentam-se no quadro 5.11.

Quadro 5.11. Quantidades de RE previstas para os anos de 2009 a 2016, provenientes da recolha selectiva, incineração, TMB e P/C valorizado biologicamente – Cenário Optimista.

t	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Recolha selectiva</b>								
Vidro	176.601	183.665	191.011	200.562	210.590	221.119	232.175	243.784
P/C	117.642	137.641	161.040	169.092	177.547	186.424	195.745	205.532
Plásticos (restantes)	28.711	34.453	41.343	43.410	45.581	47.860	50.253	52.766
Plástico misto	12.335	0	0	0	0	0	0	0
Aço	6.224	7.469	8.963	9.411	9.882	10.376	10.894	11.439
Alumínio	245	258	270	284	298	313	329	345
Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
<b>Total</b>	<b>344.934</b>	<b>366.821</b>	<b>406.130</b>	<b>426.437</b>	<b>447.759</b>	<b>470.147</b>	<b>493.654</b>	<b>518.337</b>
<b>Incineração</b>								
Escórias ferrosas	6.725	6.725	6.725	7.061	7.414	7.785	8.174	8.583
Escórias não-ferrosas	557	557	557	585	614	644	677	711
<b>Total</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.646</b>	<b>8.028</b>	<b>8.429</b>	<b>8.851</b>	<b>9.293</b>
<b>TMB</b>								
Vidro	150	4.014	5.919	5.913	5.895	5.866	5.819	5.761
P/C	1.031	24.084	35.513	35.477	35.371	35.194	34.912	34.563
Plásticos	2.330	66.889	98.630	98.531	98.236	97.745	96.963	95.993
Aço	2.097	7.671	11.312	11.301	11.267	11.210	11.121	11.009
Alumínio	36	674	994	993	990	985	978	968
<b>Total</b>	<b>5.644</b>	<b>103.332</b>	<b>152.368</b>	<b>152.215</b>	<b>151.759</b>	<b>151.000</b>	<b>149.792</b>	<b>148.294</b>
<b>Valorização orgânica</b>								
P/C	<b>4.458</b>	<b>14.511</b>	<b>21.397</b>	<b>21.375</b>	<b>21.311</b>	<b>21.205</b>	<b>21.035</b>	<b>20.825</b>
<b>Total</b>								
	<b>362.318</b>	<b>491.945</b>	<b>587.176</b>	<b>607.673</b>	<b>628.857</b>	<b>650.781</b>	<b>673.332</b>	<b>696.749</b>

A evolução prevista ao longo do horizonte temporal de 2009 a 2016, para o Cenário Moderado, observa-se na figura 5.9.

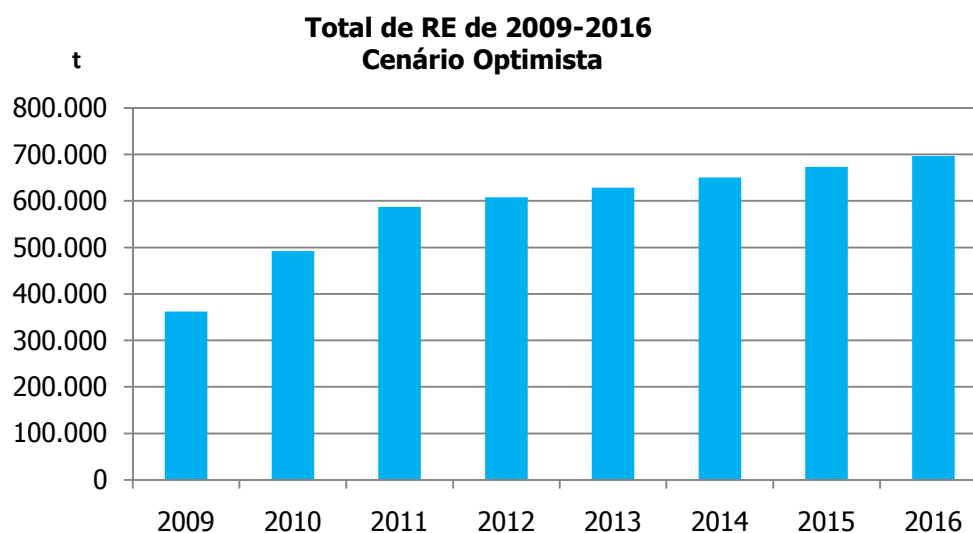


Figura 5.9. Total de RE nas retomas de 2009 a 2016 – Cenário Optimista.

O Cenário optimista traduz, de forma expectável, um aumento ainda mais significativo do que o Cenário Moderado, relativamente a um Cenário hipotético sem contribuição de nenhuma nova UTMB para a reciclagem de RE, sobretudo pela contribuição dos resíduos seleccionados no TM (pré-tratamento da compostagem).

### 5.3.4 Comparação de RE encaminhados para reciclagem entre Cenários

A evolução de RE encaminhados para reciclagem no horizonte temporal de 2009 a 2016, nos diferentes cenários propostos, pode visualizar-se na figura 5.10.

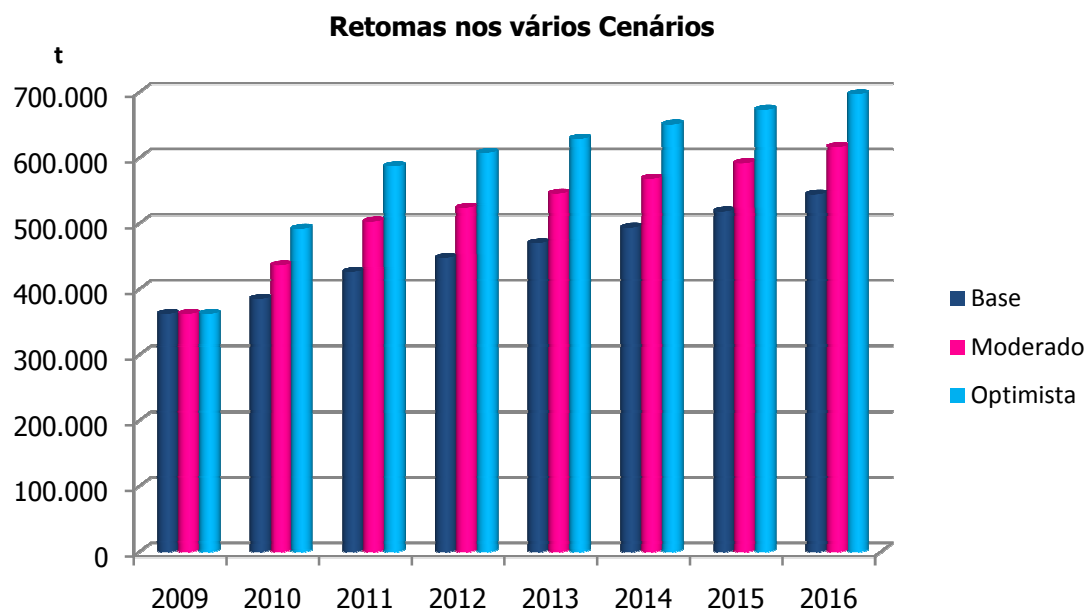


Figura 5.10. Comparação de retomas de RE de 2009 a 2016 entre os vários cenários.

Analisando o gráfico anterior, nota-se um crescimento progressivo anual em todos os cenários, bem como de cenário para cenário. O quadro 5.12. mostra a taxa de crescimento das quantidades de RE encaminhadas para reciclagem, nos diferentes cenários.

Quadro 5.12. Taxas de RE encaminhados para reciclagem nos vários Cenários, de 2009 a 2016.

Fluxo Urbano (t.)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Taxa Crescimento Moderado - Base (%)	0	13%	18%	17%	16%	15%	14%	13%
Taxa Crescimento Optimista - Base (%)	0	28%	38%	36%	34%	32%	30%	28%
Taxa Crescimento Optimista - Moderado (%)	0	13%	17%	16%	15%	15%	14%	13%

Tendo em conta a maior contribuição, no que diz respeito à recuperação de RE nas UTMB, verifica-se no Cenário Optimista um crescimento muito mais acentuado e benéfico para as quantidades do país, do que qualquer outro cenário, não inviabilizando contudo uma necessidade de aprofundar estudos económicos na área, com o intuito de analisar a sua viabilidade e estabilidade financeira.

## 5.4 Contribuição das UTMB para atingir as metas de reciclagem de RE da SPV

Todos os resultados anteriores englobaram os RE valorizados nos totais contabilizados. No entanto, por forma a fazer uma comparação viável com as metas impostas à SPV, com base na metodologia explicada no Capítulo 4, separaram-se as quantidades valorizadas organicamente das restantes.

Desta forma, as figuras 5.11. e 5.12. mostram respectivamente, a contribuição de cada um dos cenários para o atingir das metas de 2011, sem e com valorização orgânica de RE.

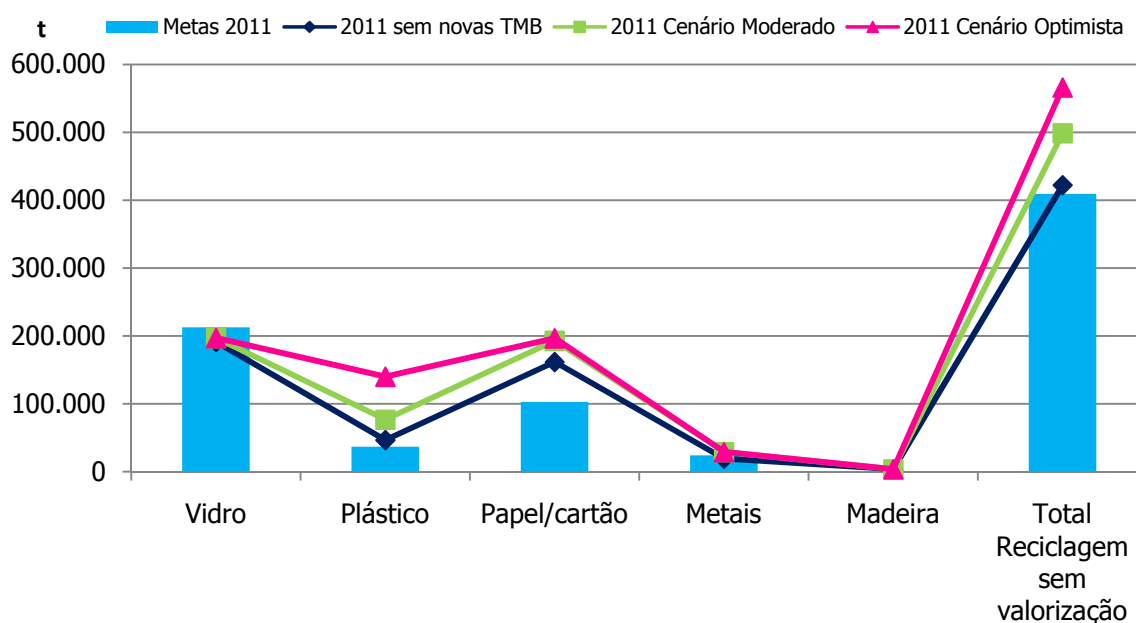


Figura 5.11. Comparação da contribuição das quantidades de RE encaminhadas para reciclagem, sem valorização, por material, em cada cenário, para atingir as metas de 2011.

Através da análise do gráfico verifica-se que a situação mais preocupante diz respeito aos RE de vidro que, nem no caso do Cenário Optimista, atinge as metas impostas de reciclagem.

No que diz respeito aos RE de plástico, todos os cenários permitem atingir as metas. Este facto revela que a recuperação de RE através desta via, de modo eficiente, não é fundamental para atingir as metas, mas contribui de forma significativa para aumentar os números da reciclagem e, consequentemente, para diminuir as quantidades depositadas em aterro sanitário.

No caso do P/C, a situação é favorável, mesmo no Cenário Base e sem contemplar a fracção valorizada organicamente.

Em relação aos RE de metal, aço e alumínio, só os Cenários Moderado e Optimista permitem atingir as metas de reciclagem deste material, o que revela que o TM é fundamental para retirar a fracção ainda existente deste material no indiferenciado, mas necessita ser complementado com o aproveitamento das escórias para reciclagem e com as acções concretas na recolha selectiva.

As quantidades de RE de madeira serão encaminhadas para reciclagem em 2011 muito acima da meta proposta em qualquer um dos cenários.

A meta global, sem reciclagem orgânica, é atingida e ultrapassada por todos os cenários, o que revela que os RE recuperados do TMB são fundamentais para algumas metas individuais de reciclagem, mas não são necessárias para atingir a total.

No que diz respeito às retomas com reporte de informação de reciclagem orgânica, neste caso com a contribuição do P/C valorizado biologicamente, as quantidades dos diferentes cenários podem visualizar-se na figura 5.12.

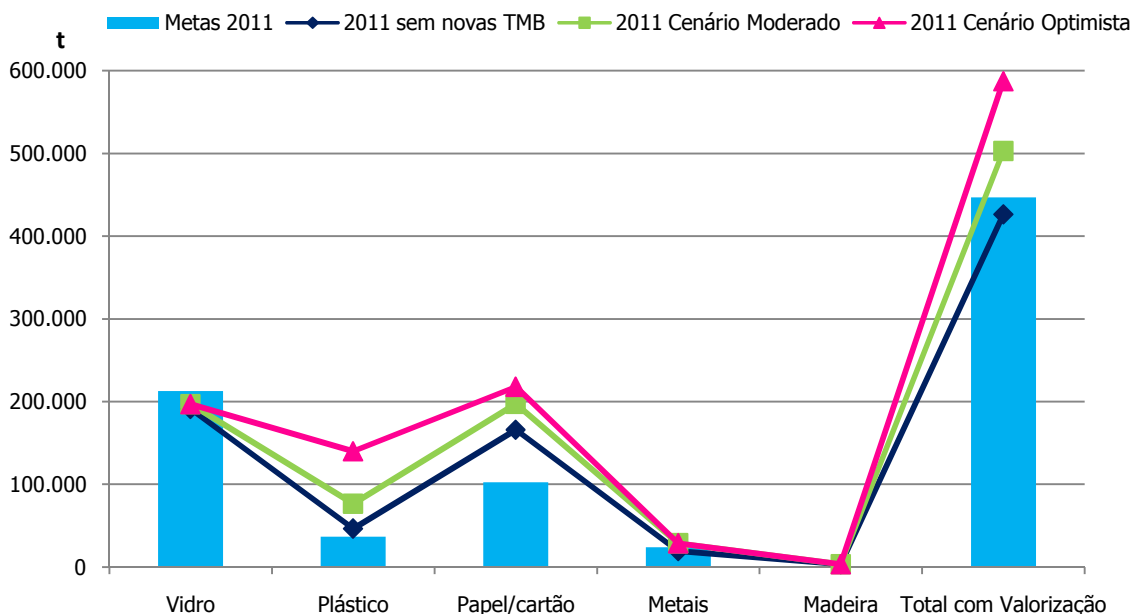


Figura 5.12. Comparação da contribuição das quantidades encaminhadas para reciclagem, com valorização, por material, em cada cenário, para atingir as metas de valorização de RE em 2011.

Através da análise do gráfico que engloba os resíduos valorizados, verifica-se que a situação mais preocupante continua a dizer respeito aos RE de vidro que, nem no caso do Cenário Optimista atinge as metas impostas, uma vez que as quantidades são idênticas às do Cenário Moderado para este material.

Em relação aos RE de plástico, todos os cenários permitem atingir as metas. Este facto revela uma vez mais que a recuperação de RE através desta via, não é fundamental, mas é de grande importância para aumentar os quantitativos de reciclagem.

No caso do P/C, a situação é ainda mais favorável, mesmo no Cenário Base, tendo em conta que contabiliza a quantidade valorizada organicamente.

Em relação aos RE de metal, aço e alumínio, só os Cenários Moderado e Optimista permitem atingir as metas, o que revela que o TM é fundamental para retirar a fracção ainda existente deste material no indiferenciado, quando complementado com o aproveitamento das escórias para reciclagem e com as acções concretas na recolha selectiva.

No caso dos RE de madeira, a situação é igual à anterior, tendo em conta que o TMB não traz mais-valias para este material, nem a valorização que, no caso da orgânica, não tem grande expressão.

A meta global, com valorização, é atingida e ultrapassada pelos Cenários Moderados e Optimista, o que revela que os RE recuperados do TMB são fundamentais para atingir as metas globais de valorização impostas.

## 5.5 Análise SWOT ao TMB

A Análise SWOT é uma ferramenta utilizada para fazer análise de cenários (ou análise de ambientes), sendo usada normalmente como base de gestão e planeamento estratégico de uma corporação ou empresa. Contudo, dada a sua simplicidade, pode ser utilizada para qualquer outro tipo de análise de cenário.

Esta análise constitui um sistema simples, cuja técnica se deve a Albert Humphrey, que liderou um projecto de pesquisa na Universidade de Stanford nas décadas de 1960 e 1970, usando dados da revista *Fortune* das 500 maiores corporações.

A análise de SWOT referente à implementação do TMB em Portugal Continental apresenta-se no diagrama do quadro 5.13.

Quadro 5.13. Análise SWOT ao TMB de RSU.

ANÁLISE SWOT/ SUGESTÕES	PONTOS FORTES						PONTOS FRACOS					
	Criação de postos de trabalho	Maximização da sustentabilidade de gestão de resíduos	Recuperação de grande parte das frações dos RSU que dão entrada na instalação	Desnecessidade da participação e sensibilização da população	Contribuição para a melhoria do ambiente	Utilização de tecnologia fiável, robusta e de baixo risco económico	Know-how/ Experiência/Tecnologia pouco difundida	Credibilidade da qualidade dos outputs	Fraco conhecimento técnico do processo	Fraco conhecimento do mercado	Desconhecimento dos custos/receitas globais	Impactos ambientais associados
<b>OPORTUNIDADES</b>												
Recicláveis vendidos a preço de mercado + VIC												
Venda de composto para agricultura												
Aumento da consciência ambiental												
Novos processos/métodos de triagem e reciclagem de RE												
Redução de deposição de RSU em aterro												
Possibilidade de encaminhamento dos recicláveis para reciclagem												
Possibilidade de produção de energia eléctrica através da digestão anaeróbia e do aproveitamento do biogás												
<b>AMEAÇAS</b>												
Cumprimento das metas de reciclagem												
Cumprimento das metas de deposição em aterro												
Desconhecimento de novas tecnologias												
Impossibilidade de aumento de capacidades de processamento												
Tecnologia de tratamento intermediário, com necessidade de soluções para todos os outputs												
Saturação do mercado: Crise no mercado de reciclagem e dos reciclados												

### Sugestões - Linhas Estratégicas

1. Ajustar/ desenvolver competências (Técnicas legais)
2. Melhorar eficiência dos processos
3. Desenvolvimento de ferramentas de controlo de gestão operacional/controlo custos
4. Aumentar influência nos comportamentos e atitudes dos parceiros
5. Aumentar o conhecimento do mercado



## 6 Conclusões

### 6.1 Síntese Conclusiva

Com o objectivo de poupar os recursos e minimizar os resíduos, o sistema de gestão de E&RE deve ser optimizado com vista à prevenção deste tipo de resíduo, bem como à reutilização de embalagens usadas, à sua reciclagem e outras formas de valorização de RE, reduzindo a sua necessidade de eliminação final, nomeadamente a deposição em aterro.

A quantidade de resíduos produzidos tem vindo a aumentar, não tendo sido afectada pela crise actual. Como consequência, aumenta a necessidade de implementação de infra-estruturas e serviços associados à recolha, tratamento e deposição em aterro que têm melhorado progressivamente as suas eficiências, tanto a nível operacional como no recurso crescente à valorização material e energética após consumo.

Para o alcance dos objectivos nacionais, a distribuição do esforço por todos os parceiros é essencial. Neste sentido, a optimização de recursos afectos às operações de recolha selectiva e triagem deve ser encarada como uma estratégia complementar e não de sobreposição de meios com a recolha indiferenciada. Numa lógica de custo-eficácia, os SMAUT deverão procurar parcerias e sinergias na partilha de infra-estruturas, com o intuito de maximizar o seu contributo para o alcance das metas nacionais (embalagens e RUB).

O alcance de um desenvolvimento sustentável só é possível através da identificação dos impactes ambientais associados a todas as etapas do SIGRE e da criação de mecanismos que os minimizem ou anulem, gerando uma mais-valia ambiental para as comunidades envolventes.

Para além dos riscos de impacte ambiental negativo, os resíduos estão igualmente associados a impactes económicos negativos. É necessária a integração de políticas, bem como a promoção da gestão do ciclo de vida do produto, tendo em conta a necessária redução da poluição e do consumo de recursos naturais não renováveis que vão impondo exigências no desempenho tecnológico, nomeadamente na incineração e nos aterros, mas sobretudo no que respeita a recuperação de RE quer através da recolha selectiva, quer através do TMB de resíduos indiferenciados.

Os avanços tecnológicos a que assistimos nos dias de hoje são, por um lado a causa de muitos problemas ambientais e, por outro a sua solução. O equilíbrio destas duas forças é fundamental para decisões eficazes que tornem o saldo positivo.

O objectivo primordial do presente estudo consiste em analisar a contribuição das UTMB nacionais para o alcance das metas de reciclagem de RE, no que diz respeito ao fluxo urbano, através da recuperação destes resíduos no TM e no TB, bem como conhecer a realidade e o enquadramento deste sector a nível nacional.

Este estudo permite concluir que o processo de TMB, para além das inúmeras inovações tecnológicas que tem vindo a implementar com vista a facilitar a obtenção de um produto final de maior qualidade, permite criar um novo conceito de UTMB que, ao invés de considerar o processo de pré-tratamento como uma linha contínua, na qual vão sendo eliminados os contaminantes do material a compostar, permite que a maioria das fracções constituintes dos RSU sejam aproveitadas e valorizadas.

Com menor ou maior grau de automatização, as UTMB de indiferenciados permitem recuperar os RE dos diversos tipos de material e posterior encaminhamento para reciclagem, obter composto através da matéria orgânica, dada a deficiência desta matéria nos solos nacionais, aproveitar o biogás e posterior transformação em energia eléctrica e, pensando já em termos futuros, possibilitam ainda o aproveitamento dos actuais rejeitados do processo como CDR e

posterior valorização energética. É ponto assente que a forma de organização dos equipamentos no TM, pode influenciar as taxas de recuperação dos resíduos. Quanto mais completa for a linha de montagem, mais eco-eficiente ela será, como se pôde verificar nas experiências das UTMB espanholas.

A possibilidade de recuperação dos RE para reciclagem através deste processo, como metais, plástico, cartão e vidro contribui para o alcance dos objectivos de reciclagem de RE, e a valorização orgânica do P/C através da compostagem, contribui para as metas de valorização deste tipo de resíduos, quando complementado com o método mais comum, a recolha selectiva.

Os resultados do estudo apontam para uma necessidade urgente de tomar medidas no que concerne à recuperação e encaminhamento para reciclagem dos RE de vidro, tendo em conta que nenhum dos cenários previstos permite alcançar a meta individual deste material. A contribuição do TMB é importante, mas não se revela suficiente. Apresenta contribuições muito mais significativas no caso dos metais mas, ainda assim, deve ser complementado com as escórias de incineração, no sentido de atingir as metas de reciclagem, no caso de um cenário moderado. Em termos globais, a meta de reciclagem para 2011 é atingida, mesmo sem a existência de novas UTMB e a de valorização também, só nos cenários moderado e optimista. Ainda assim, o estudo revela a importância deste tipo de tratamento para o incremento de RE encaminhados para reciclagem até ao ano de 2016.

No que respeita a componente biológica, a estabilização da matéria fermentável permite a sua degradação prévia e contribui para reduzir o potencial de formação de gases com efeito de estufa e respectivas emissões.

Desta forma, e tendo em conta a actual Directiva de aterros, este método permite reduzir em larga escala a quantidade de resíduos depositados em aterro, resultando benefícios económicos e ambientais, que levam a uma maior aceitação por parte da comunidade, que constitui um factor fundamental nas decisões a tomar.

Para incentivar a utilização do composto considera-se extremamente importante apostar na investigação técnica e científica, possuir bons conhecimentos sobre o processo de compostagem e sua monitorização, bem como a aplicação de legislação adequada e consistente. Particularmente em Portugal, torna-se necessário promover a confiança junto dos agricultores para a utilização deste composto, tendo em conta que são comercializados produtos com designação indevida de composto orgânico.

A qualidade do composto está exposta a uma incerteza regulamentar, lacuna que o país deve resolver com urgência através de procura de orientações e benchmarking pelos departamentos reguladores e políticos.

A criação de especificações técnicas para a aplicação de correctivos ou fertilizantes derivados dos resíduos é uma das medidas que deverá ser tomada neste sector, contribuindo para a recuperação de solos ardidos e/ou erodidos por via da aplicação de composto de diferentes qualidades obtido nas novas unidades de compostagem, digestão anaeróbia ou nas unidades de TMB, sempre no âmbito de processos controlados de aplicação do ponto de vista qualitativo e quantitativo.

A comparação das eficiências dos diferentes sistemas de TMB e a avaliação das suas capacidades em atingir os objectivos propostos não é uma tarefa fácil e carece de análise profunda, devendo ter em conta os seguintes factores:

- Identificar claramente cada *output*;
- Desenvolver o *know-how* em tecnologias de TMB;
- Avaliar a composição do material obtido, analisando a sua viabilidade para utilização, com os seus potenciais impactos ambientais;

- Quantificar a produção esperada;
- Analisar a existência de mercado para o produto obtido;
- Assegurar-se do equilíbrio entre o material recuperado, o desvio de aterro e o alcance das metas nacionais impostas.

O realismo nas anteriores análises é fundamental para garantir a sustentabilidade económica da UTMB a construir.

Em modos genéricos o TMB assenta em moldes que lhe permitem as seguintes mais-valias:

- Solução alternativa ao aterro;
- Melhoria do processo de compostagem;
- Contribuição para ajudar no cumprimento das metas impostas pela "Directiva Embalagens", de uma forma complementar aos restantes métodos;
- Possibilidade de gerar custos mais reduzidos para o SMAUT;
- Solução ambientalmente favorável aos resíduos.

Devem ser criadas algumas condições a longo prazo por forma a obter benefícios através deste método:

- Poupança de recursos naturais não renováveis, com consequente redução de custos operacionais;
- Poupança de recursos financeiros;
- Redução de impactes e dos custos globais associados à reciclagem, por efeito de escala na gestão de fluxos criados pela conjugação com outros países da UE;
- Criação de postos de trabalho.

O sucesso destas medidas depende da dedicação, empenho e compreensão de todas as partes envolvidas, com vista a atingir o mesmo objectivo, nomeadamente da população em geral, das empresas que operam com produtos para consumo, da administração (central e local), das empresas de gestão de resíduos e sociedades gestoras, bem como de organizações não governamentais (ONGA).

## **6.2 Principais limitações ao estudo**

As principais limitações ao estudo prenderam-se com a ausência de experiência nacional em matéria de TMB e recuperação de RE através desta via. A maior parte da informação disponível diz respeito ao TB, cujo tema não foi aprofundado neste estudo.

O caso de estudo de sucesso da UTMB da Valnor está ainda numa fase muito embrionária no que diz respeito a informações concretas de dados, nomeadamente de caracterização de RSU de entrada e respectivas fracções valorizáveis, o que é normal para quem ainda não atingiu o grau de maturidade neste processo. Relativamente à Amarsul, diversas dificuldades são encontradas, nomeadamente no que diz respeito a lacunas nos recursos humanos e falta de espaço para novos equipamentos. A sua fraca recuperação de RE, face ao potencial, fez com que não servisse de base a projecções futuras de novas UTMB.

A procura exaustiva de fontes trouxe algumas dificuldades no que diz respeito à autorização por parte das entidades na utilização desses dados para fins académicos.

A criação de cenários é meramente hipotética, tendo em conta que todas as quantidades de RE retiradas por esta via, ainda que realmente recuperadas e encaminhadas para reciclagem, só poderão ser contabilizadas pela SPV se os respectivos SMAUT reportarem essa informação mediante o pagamento VIC. Os cenários também dependem da viabilidade de transposição de realidades estrangeiras ao panorama nacional.

Outra limitação importante consiste no atraso que normalmente ocorre na construção das infra-estruturas previstas que pode levar ao desvio das quantidades previstas neste estudo.

### **6.3 Linhas orientadoras para estudos futuros**

Este estudo traduz cenários hipotéticos de reciclagem de RE em Portugal Continental, os quais incluem quantidades recuperadas do TMB. Uma vez que este processo é muito mais abrangente, é de todo importante aprofundar estudos relacionados com o tema direccionados para outras vertentes, como sejam a possibilidade de encaminhamento dos actuais materiais rejeitados para CDR, a obtenção de um composto com cada vez maior qualidade e a sua aplicabilidade na agricultura.

Através da análise do universo de UTMB previstas nos próximos dois anos, seria ainda interessante aprofundar a viabilidade económica destas infra-estruturas e processos associados, através de análises custo-benefício, tendo em conta que esse factor é determinante para o avanço destes projectos, bem como para sua continuidade.

O estudo permite ainda suscitar curiosidades e interesses em aprofundar a temática concreta dos equipamentos associados quer ao TM, quer ao TB, sempre no sentido de utilizar as MTD e ter conhecimento da realidade que existe no mercado, nacional e sobretudo internacional. Uma vez que este tipo de infra-estrutura é demasiado abrangente, um número muito elevado de estudos pode ser aprofundado para além dos referidos, nomeadamente sobre a digestão anaeróbia e respectivo aproveitamento de biogás para produção de electricidade, bem como sobre a vermicompostagem como método de obter composto e recicláveis mais limpos.

## 7 Bibliografia

ACR + (2008). *Desenvolvimento sustentável: preocupação internacional*. Association of Cities and Regions for Recycling and sustainable Resource management. Recicla nº 16. Edição trimestral de Julho, Agosto e Setembro de 2008. Sociedade Ponto Verde.

Amarsul (s.d.). *Tratamento Mecânico-Biológico por Compostagem – Setúbal*. Folheto Informativo.

Amarsul (2009). *Valorização Orgânica – Central de Compostagem*.  
[www.amarsul.pt/listagem.aspx?sid=97bd8dd9-f085-4898-9ecf-54873bd5907c&cntx=EZXOFWZpyeNggHax73GMfrd%2FNqpPXM07ygwE4Te173T5eygkyvv31rN NvkN7sIFE](http://www.amarsul.pt/listagem.aspx?sid=97bd8dd9-f085-4898-9ecf-54873bd5907c&cntx=EZXOFWZpyeNggHax73GMfrd%2FNqpPXM07ygwE4Te173T5eygkyvv31rN NvkN7sIFE) (consultado em 1 de Outubro de 2009).

Ambirumo/SPV (2008). *Projecto A – Caracterização de RSU (Recolha indiferenciada e Recolha Selectiva) à entrada das estações de triagem*. Ambirumo e Sociedade Ponto Verde.

APA (2009). *Mercado de Resíduos*. Agência Portuguesa do Ambiente.  
<http://www.apambiente.pt/SERVICOS/MERCADORESIDUOS/Paginas/default.aspx>  
(consultado em 1 de Outubro de 2009).

Atienza, C. (2006). *Innovation in Global Recycling*. TiTech visionSort España.  
[http://www.lipor.pt/upload/Lipor/ficheiros/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20PortugalAmbiente\\_Jovipor.pdf](http://www.lipor.pt/upload/Lipor/ficheiros/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20PortugalAmbiente_Jovipor.pdf) (consultado em 1 de Outubro de 2009).

Bardos, P. (2004). *Composting of Mechanically Segregated Fractions of Municipal Solid Waste – A Review*. R<sup>3</sup> Environmental Technology Limited. Sita Environmental Trust. United kingdom.  
<http://www.compostinfo.info/content/SET%20Critical%20Review%20MSW%20Composting.pdf>  
(consultado em 1 de Outubro de 2009).

Barral, A. (2006). Recicla nº 6. Edição trimestral de Novembro, Dezembro e Janeiro de 2006. Sociedade Ponto Verde.

Chinem, M. Jogue; F., Marcelo (2006). *A Sinergia do design de embalagem na comunicação publicitária*. UNIrevista - Vol. 1, nº 3.  
[http://www.unirevista.unisinos.br/pdf/UNIrev\\_Chinem\\_Florio.PDF](http://www.unirevista.unisinos.br/pdf/UNIrev_Chinem_Florio.PDF) (consultado em 1 de Outubro de 2009)

CEC (2008). *Green Paper Biowaste*. Brussels. Comission of the European Communities  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:EN:PDF>  
(consultado em 1 de Outubro de 2009)

Eco-emballages (2007). *An Approach for Sorting from raw waste*. Prague Workshop. Eco-emballages España, S.A.

Ecoembes (2009). Informações transmitidas por mail a 10/07/2009 pela Eng<sup>a</sup> Rosa Trigo.

Ecoembes (2009). Informações pessoais transmitidas a 18/05/2009 e 19/05/2009 pelo Sr. Raul Hernández. Madrid e Saragoça.

Ecoembes (2009). Informações transmitidas por mail a 30/09/2009 pelo Sr. Raul Hernández.

ENERGAIA (s.d.). *Valorização de Resíduos Orgânicos*. EDS. Norte, Energia e Desenvolvimento Sustentável na Região Norte.

ERSUC/EGF (2006). *Projecto de Tratamento, Valorização e Destino Final dos Resíduos Sólidos Urbanos da ERSUC*. ERSUC/Empresa Geral do Fomento.  
<http://www.ersuc.pt/site/images/Anexo%20-%20Projecto%20de%20tratamento.pdf>  
(consultado em 1 de Outubro de 2009).

Geraldo (2009). Informações pessoais transmitidas pela Eng.<sup>a</sup> Sara Geraldo durante a visita à UTMB da Valnor a 30/07/2009. Valnor. Avis.

Geraldo (2009). Informações transmitidas por mail a 17.09.2009 pela Eng.<sup>a</sup> Sara Geraldo. Valnor.

GTZ (2000). *Mechanical-Biological Waste Treatment? Introduction and decision-making Tools for Application in Developing Countries*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Eschborn.

INETI (2009). *Prevenção Resíduos Urbanos – Proposta de Programa*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P. Lisboa.

Infoenviro (2008). *Complejo de Tratamiento de Residuos Urbanos de Zaragoza – Plant Report*. Zaragoza.

Juniper (2005). *MBT – A Guide for Decision Makers – Processes, Policies & Markets – The Summary Report*. Version 1.1. Juniper Consultancy Services Ltd. United Kingdom.  
<http://www.juniper.co.uk/Publications/downloads.html> (consultado em 1 de Outubro de 2009).

Lipor (2009). *Compostagem o que é?* Horta da Formiga. Centro de Compostagem Caseira. Lipor. <http://www.hortadaformiga.com/compostagem.cfm> (consultado em 1 de Outubro de 2009).

MAOTDR (2003). *ENRRUBDA – Estratégia Nacional para o Desvio de Resíduos Urbanos Biodegradáveis de Aterro*  
[http://www.portugal.gov.pt/pt/Documentos/Governo/MAOTDR/Apres\\_Estrategia\\_RUB.pdf](http://www.portugal.gov.pt/pt/Documentos/Governo/MAOTDR/Apres_Estrategia_RUB.pdf)  
(consultado em 1 de Outubro de 2009).

MAOTDR (2006). *PNAC - Plano de Actuação e Monitorização das Medidas do Sector dos Resíduos no Programa Nacional para as Alterações Climáticas*. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.  
<http://www.apambiente.pt/politicasambiente/AlteracoesClimaticas/PNAC/Paginas/default.aspx>  
(consultado em 1 de Outubro de 2009).

MAOTDR (2006). *PIRSUE - Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados*. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.  
[http://193.47.185.33/NR/rdonlyres/C21C40C5-B5E1-4B36-81EB-624B2FE4B995/0/Plano\\_Intervencao\\_RSU.pdf](http://193.47.185.33/NR/rdonlyres/C21C40C5-B5E1-4B36-81EB-624B2FE4B995/0/Plano_Intervencao_RSU.pdf) (consultado em 1 de Outubro de 2009).

MAOTDR (2007). *PERSU II – Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016*. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.  
<http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/PERSU.pdf> (consultado em 1 de Outubro de 2009).

Martinho, M; Gonçalves, M. (2000). *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta. Lisboa

Martinho, M. (2007). *História da Produção e Reciclagem das embalagens em Portugal*. Faculdade de Ciências e Tecnologia/Sociedade Ponto Verde.

Puna, J.; Baptista, B. (2008). *A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos – Perspectiva Ambiental e Económico Energética*. Química Nova, Volume 31, No. 3, 645-654. Departamento de Engenharia Química. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.



RDC (2009). *Environmental and Economic Analysis of end-life of packaging in HHW*. Research, Development & Consulting, Environment. Study for Sociedade Ponto Verde. Final Report. 6<sup>th</sup> version.

Sebastião, M. (2009). Caracterização de RSU de 2008. Informação enviada pela Eng<sup>a</sup> M<sup>a</sup> José Sebastião, por mail a 03/08/2009.

Sebastião, M. (2009). Informações pessoais transmitidas pela Eng<sup>a</sup> M<sup>a</sup> José Sebastião durante a visita à UTMB da Amarsul de Setúbal a 30/07/2009.

Silveira, A.; Pires A.; Martinho G. (2008). *RUB na Estratégia de Gestão de RSU*. Conferência Internacional de Resíduos Sólidos Urbanos. Porto.

SPV (1998-2008). *Caracterização dos Sistemas Municipais aderentes ao sistema Ponto Verde*. Sociedade Ponto Verde.

SPV (2009). *Inquéritos trimestrais de produção de RSU nos SMAUT*. Sociedade Ponto Verde.

Tratolixo (2008). *Quantidade de Papel/Cartão Embalagem Valorizado no Tratamento Biológico de Trajouce*. Gabinete de Planeamento Estratégico Inovação & Desenvolvimento Técnico. Tratolixo – Tratamento de Resíduos Sólidos, EIM.

Valnor (2008). *Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico de Avis/Fronteira*. Documento PDF da Valnor. Central de Valorização Orgânica da Valnor.

Valnor (2009). *Apresentação da Valnor*. [www.valnor.pt](http://www.valnor.pt) (consultado em 1 de Outubro de 2009).

Varejão H. (s.d.). *Etapas de Pré-Tratamento e Afinação em centrais de compostagem e seu impacto na qualidade final do composto*. Masias & Höfle.

Wikipedia (2009). *Análise SWOT*. [http://pt.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lise\\_SWOT](http://pt.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lise_SWOT) (consultado em 1 de Outubro de 2009).



## **ANEXOS**



## ANEXO I – Processo esquemático da UTMB de Biopinto, em Madrid

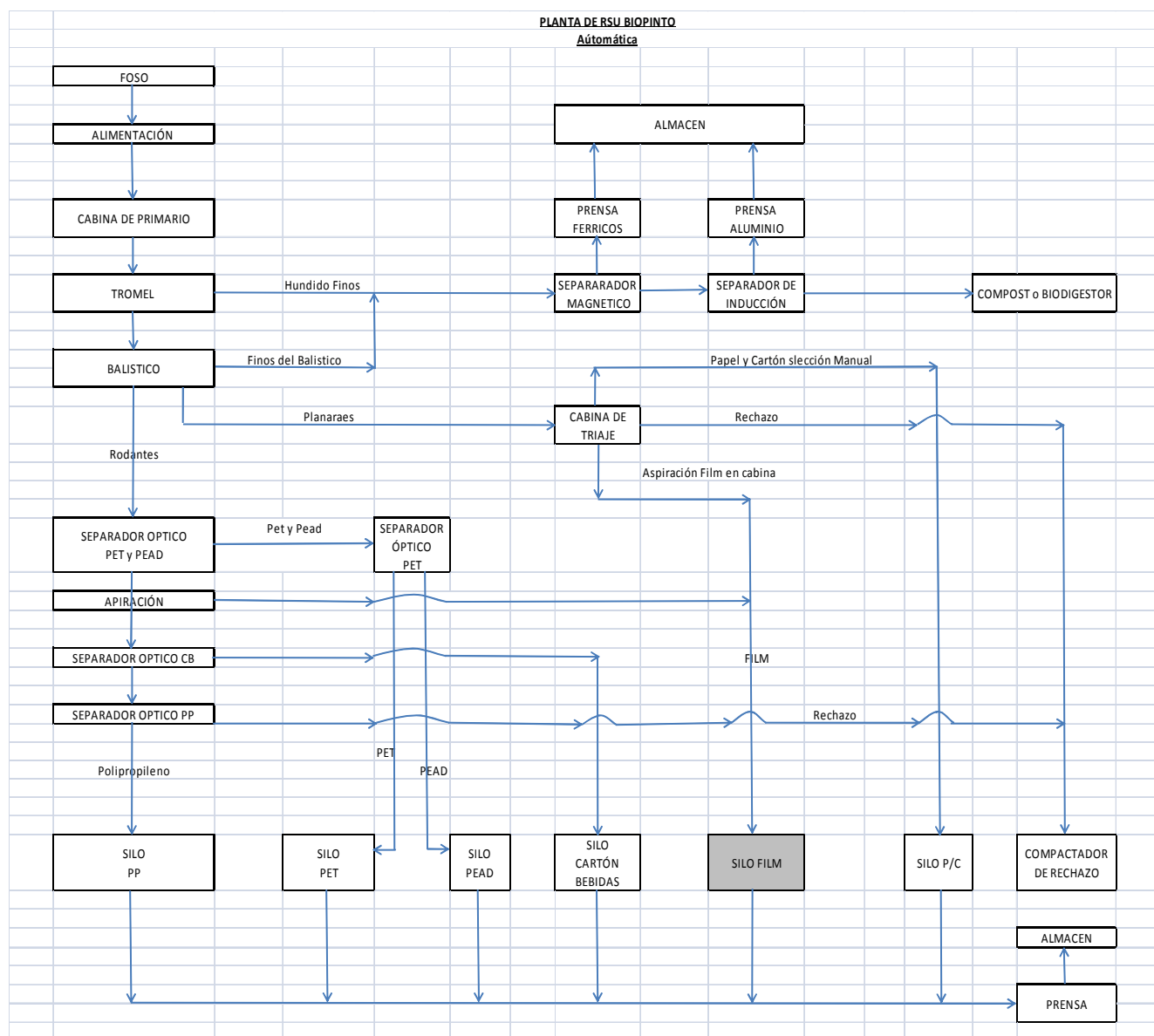


Figura A 1. Processo Esquemático da UTMB de Biopinto, em Madrid.





## ANEXO II - Análise das quantidades de RSU recolhidas durante os dois primeiros trimestres de 2008 e 2009 pelos SMAUT

Quadro A2. 1 - Análise das quantidades de RSU recolhidas durante os dois primeiros trimestres de 2008 e 2009 pelos SMAUT (SPV, 2009).

Quantidades Recolha indiferenciada (t)					
Accionista	SMAUT	1º e 2º Semestres - 2008	1º e 2º Semestres - 2009	Δ t	Δ %
AM	AM Raia Pinhal	5.618	5.343	-275	-5%
AM	Ambilital	15.156	14.314	-842	-6%
AM	Amcal	3.134	2.965	-169	-5%
AM	Resialentejo	0	0	0	-
AM	Resíduos Nordeste	26.013	25.105	-908	-3%
EGF	Resat	15.434	14.876	-558	-4%
EGF	Residouro	16.716	16.114	-602	-4%
EGF	Resiestrela	36.166	34.121	-2.045	-6%
EGF	Valnor	19.017	18.784	-233	-1%
EGF	Valorminho	16.056	15.439	-617	-4%
AM	Ambisousa	31.026	29.962	-1.064	-3%
AM	Braval	25.530	24.028	-1.502	-6%
AM	Ecobeirão	58.563	58.643	80	0%
AM	Ecolezíria	30.549	29.004	-1.545	-5%
AM	Gesamb	38.688	37.685	-1.002	-3%
AM	Resitejo	43.057	41.787	-1.271	-3%
AM	Suma Douro	0	0	0	-
EGF	Algar	180.511	161.414	-19.097	-11%
EGF	Ersuc	184.369	178.252	-6.117	-3%
EGF	Rebat	25.453	25.041	-412	-2%
EGF	Resioeste	41.794,3	40.407,0	-1.387,4	-3%
EGF	Resulima	29.254	28.012	-1.242	-4%
EGF	Valorlis	57.522	55.130	-2.392	-4%
AM	Amave	84.746	82.612	-2.134	-3%
AM	Lipor	225.222	212.670	-12.552	-6%
AM	Tratolixo	179.225	172.545	-6.680	-4%
EGF	Amarsul	163.943	157.579	-6.363	-4%
EGF	Suldouro	44.138	42.850	-1.288	-3%
EGF	Valorsul	302.235	284.498	-17.736	-6%
	<b>TOTAL</b>	<b>1.909.552</b>	<b>1.819.609</b>	<b>-89.943</b>	<b>-5%</b>



## ANEXO III - Composição física dos RSU da Amave, Ecobeirão e Resíduos do Nordeste – Método PERSU

Quadro A3. 1 - Composição Física dos Resíduos Indiferenciados da Amave – Método PERSU (Ambirumo /SPV, 2008).

Categoria	Subcategoria	Intervalo de confiança da média		Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio padrão
Elementos finos <20 mm	Total	6,60%	± 0,68%	2,25%	10,75%	6,45%	2,17%
Resíduos Fermentáveis	Alimentares	31,82%	± 2,31%	17,42%	44,97%	32,63%	7,43%
	De jardins	17,44%	± 2,77%	4,38%	41,61%	16,02%	8,90%
	Outros	0,36%	± 0,26%	0,00%	3,97%	0,00%	0,83%
	Total	49,62%	± 3,21%	28,39%	73,40%	48,44%	10,30%
Papel/Cartão	Embalagens de cartão	2,96%	± 0,47%	0,00%	6,44%	2,48%	1,50%
	Embalagens de papel	0,53%	± 0,13%	0,00%	1,76%	0,43%	0,42%
	Jornais, revistas, folhetos	2,75%	± 0,62%	0,00%	10,79%	2,17%	1,98%
	Outro papel (não embalagem)	0,88%	± 0,38%	0,00%	5,69%	0,41%	1,23%
	Outro cartão (não embalagem)	0,08%	± 0,07%	0,00%	1,38%	0,00%	0,22%
	Total	7,20%	± 1,08%	1,56%	15,88%	6,52%	3,48%
Compósitos	Embalagens com cartão	0,89%	± 0,16%	0,28%	3,46%	0,82%	0,51%
	Outras embalagens	0,14%	± 0,06%	0,00%	0,83%	0,11%	0,18%
	Outros (não embalagem)	1,27%	± 0,39%	0,21%	5,61%	0,88%	1,24%
	Total	2,30%	± 0,47%	0,71%	7,17%	1,80%	1,51%
Plásticos	Filmes						
	Em PP	5,30%	± 1,92%	0,00%	19,04%	0,48%	6,16%
	Em PE	4,05%	± 1,08%	0,00%	10,33%	4,74%	3,48%
	Outros	0,14%	± 0,27%	0,00%	5,65%	0,00%	0,87%
	Outras embalagens						
	Em PE	0,68%	± 0,17%	0,00%	3,59%	0,56%	0,55%
	Em PP	0,06%	± 0,06%	0,00%	1,23%	0,00%	0,21%
	Em PET	1,01%	± 0,23%	0,00%	3,54%	0,80%	0,73%
	Outras	0,53%	± 0,13%	0,02%	1,77%	0,49%	0,40%
	Outros (não embalagem)	0,98%	± 0,45%	0,00%	7,58%	0,35%	1,43%
	Total	12,75%	± 1,35%	5,38%	23,30%	11,88%	4,34%
Vidro	Embalagens	3,17%	± 0,55%	0,00%	7,79%	2,97%	1,77%
	Outros (não embalagem)	0,22%	± 0,18%	0,00%	3,44%	0,00%	0,57%
	Total	3,39%	± 0,53%	1,15%	7,79%	3,23%	1,69%
Metais	Embalagens ferrosas	0,79%	± 0,17%	0,21%	2,98%	0,58%	0,56%
	Embalagens não ferrosas	0,22%	± 0,14%	0,00%	2,75%	0,10%	0,44%
	Outros ferrosos	0,18%	± 0,15%	0,00%	2,65%	0,00%	0,48%
	Outros não ferrosos	0,08%	± 0,05%	0,00%	0,72%	0,00%	0,16%
	Total	1,27%	± 0,24%	0,25%	3,36%	1,10%	0,78%
Madeira	Embalagens	0,07%	± 0,11%	0,00%	2,20%	0,00%	0,34%
	Outros (não embalagem)	0,42%	± 0,28%	0,00%	5,60%	0,17%	0,91%
	Total	0,49%	± 0,29%	0,00%	5,60%	0,21%	0,94%
Têxteis	Embalagens	0,23%	± 0,16%	0,00%	2,72%	0,07%	0,53%
	Outros (não embalagem)	8,86%	± 2,79%	0,27%	39,76%	5,82%	8,95%
	Total	9,08%	± 2,83%	0,32%	39,77%	6,00%	9,08%
Têxteis sanitários	Total	5,92%	± 0,79%	2,28%	13,76%	5,13%	2,53%
Outros	Total	1,37%	± 0,80%	0,00%	10,28%	0,30%	2,58%
		100,00%					

Quadro A3.2 – Composição Física dos Resíduos Indiferenciados da Ecobeirão – Método PERSU (Ambirumo /SPV, 2008).

Categoria	Subcategoria	Intervalo de confiança da média		Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio padrão
Elementos finos <20 mm	Total	8,91%	± 1,17%	4,84%	21,37%	7,79%	3,74%
Resíduos Fermentáveis	Alimentares	30,51%	± 2,37%	15,66%	51,90%	20,58%	7,60%
	De jardins	17,70%	± 1,65%	7,17%	30,20%	18,36%	5,30%
	Outros	0,36%	± 0,34%	0,00%	5,85%	0,00%	1,08%
	Total	48,57%	± 2,45%	28,39%	73,60%	48,75%	7,86%
Papel/ Cartão	Embalagens de cartão	5,63%	± 1,18%	1,03%	22,39%	4,73%	3,78%
	Embalagens de papel	0,76%	± 0,21%	0,00%	3,03%	0,62%	0,67%
	Jornais, revistas, folhetos	2,88%	± 0,48%	0,61%	7,27%	2,67%	1,54%
	Outro papel (não embalagem)	1,54%	± 0,71%	0,00%	11,41%	0,72%	2,29%
	Outro cartão (não embalagem)	0,46%	± 0,40%	0,00%	5,66%	0,01%	1,27%
	Total	11,26%	± 1,63%	4,66%	30,78%	9,80%	5,22%
Compósitos	Embalagens com cartão	0,96%	± 0,18%	0,32%	2,74%	0,86%	0,57%
	Outras embalagens	0,14%	± 0,04%	0,00%	0,58%	0,11%	0,13%
	Outros (não embalagem)	1,65%	± 0,42%	0,07%	7,24%	1,36%	1,34%
	Total	2,75%	± 0,52%	0,60%	10,38%	2,28%	1,67%
Plásticos	Filmes						
	Em PP	0,58%	± 0,27%	0,00%	3,60%	0,30%	0,87%
	Em PE	8,36%	± 0,83%	2,29%	13,08%	8,46%	2,68%
	Outros	0,13%	± 0,08%	0,00%	1,35%	0,00%	0,26%
	Outras embalagens						
	Em PE	0,57%	± 0,12%	0,15%	2,61%	0,48%	0,40%
	Em PP	0,02%	± 0,02%	0,00%	0,46%	0,00%	0,08%
	Em PET	0,73%	± 0,10%	0,32%	1,86%	0,64%	0,33%
	Outras	0,36%	± 0,08%	0,00%	0,90%	0,33%	0,27%
	Outros (não embalagem)	1,06%	± 0,43%	0,00%	8,71%	0,64%	1,38%
	Total	11,83%	± 1,04%	4,45%	17,28%	11,55%	3,33%
Vidro	Embalagens	2,26%	± 0,28%	0,59%	4,17%	2,02%	0,91%
	Outros (não embalagem)	0,05%	± 0,04%	0,00%	0,56%	0,00%	0,12%
	Total	2,31%	± 0,29%	0,59%	4,17%	2,06%	0,92%
Metais	Embalagens ferrosas	1,00%	± 0,17%	0,00%	2,72%	0,78%	0,54%
	Embalagens não ferrosas	0,20%	± 0,08%	0,00%	1,20%	0,12%	0,26%
	Outros ferrosos	0,57%	± 0,28%	0,00%	4,05%	0,26%	0,89%
	Outros não ferrosos	0,22%	± 0,17%	0,00%	2,55%	0,00%	0,55%
	Total	1,98%	± 0,38%	0,52%	5,89%	1,81%	1,22%
Madeira	Embalagens	0,01%	± 0,02%	0,00%	0,50%	0,00%	0,08%
	Outros (não embalagem)	0,32%	± 0,11%	0,00%	1,08%	0,15%	0,36%
	Total	0,33%	± 0,11%	0,00%	1,08%	0,17%	0,37%
Têxteis	Embalagens	0,30%	± 0,11%	0,00%	1,53%	0,14%	0,37%
	Outros (não embalagem)	4,54%	± 0,77%	0,55%	9,70%	4,21%	2,40%
	Total	4,84%	± 0,80%	0,63%	10,68%	4,71%	2,56%
Têxteis sanitários	Total	5,90%	± 0,78%	0,97%	11,27%	5,39%	2,51%
Outros	Total	1,32%	± 0,43%	0,00%	8,02%	0,86%	1,38%
		100,00%					

Quadro A3.3 - Composição Física dos Resíduos Indiferenciados da Resíduos do Nordeste – Método PERSU (Ambirumo /SPV, 2008).

Categoria	Subcategoria	Intervalo de confiança da média		Mínimo	Máximo	Mediana	Desvio padrão
Elementos finos <20 mm	Total	5,68%	± 0,70%	2,07%	12,24%	5,62%	2,24%
Resíduos Fermentáveis	Alimentares	29,86%	± 2,19%	14,33%	44,32%	29,81%	7,01%
	De jardins	19,27%	± 2,74%	3,13%	38,12%	20,18%	8,79%
	Outros	0,09%	± 0,12%	0,00%	2,41%	0,00%	0,39%
	Total	49,22%	± 3,40%	27,68%	69,96%	47,68%	10,93%
Papel/Cartão	Embalagens de cartão	6,65%	± 1,11%	1,85%	21,46%	6,43%	3,55%
	Embalagens de papel	0,43%	± 0,20%	0,00%	3,90%	0,23%	0,65%
	Jornais, revistas, folhetos	3,27%	± 0,56%	0,62%	9,12%	3,13%	1,80%
	Outro papel (não embalagem)	0,28%	± 0,29%	0,00%	5,38%	0,00%	0,92%
	Outro cartão (não embalagem)	0,15%	± 0,13%	0,00%	2,52%	0,00%	0,41%
	Total	10,79%	± 1,41%	3,40%	27,75%	9,98%	4,52%
Compósitos	Embalagens com cartão	1,30%	± 0,23%	0,01%	3,92%	1,28%	0,72%
	Outras embalagens	0,30%	± 0,08%	0,01%	1,01%	0,19%	0,25%
	Outros (não embalagem)	1,34%	± 0,35%	0,07%	4,47%	1,05%	1,13%
	Total	2,94%	± 0,45%	0,80%	7,03%	2,81%	1,45%
Plásticos	Filmes						
	Em PP	0,42%	± 0,14%	0,00%	2,02%	0,30%	0,45%
	Em PE	9,54%	± 1,36%	2,65%	19,75%	9,50%	4,36%
	Outros						
	Outras embalagens						
	Em PE	0,60%	± 0,13%	0,16%	2,44%	0,50%	0,41%
	Em PP	0,11%	± 0,06%	0,00%	0,69%	0,03%	0,18%
	Em PET	0,99%	± 0,14%	0,03%	2,79%	0,90%	0,46%
	Outras	0,82%	± 0,17%	0,10%	2,56%	0,72%	0,55%
	Outros (não embalagem)	0,82%	± 0,28%	0,03%	4,11%	0,57%	0,89%
	Total	13,32%	± 1,54%	6,00%	23,85%	13,04%	4,95%
Vidro	Embalagens	2,57%	± 0,34%	0,97%	5,32%	2,39%	1,09%
	Outros (não embalagem)	0,08%	± 0,07%	0,00%	1,02%	0,00%	0,22%
	Total	2,65%	± 0,37%	0,97%	6,34%	2,51%	1,20%
Metais	Embalagens ferrosas	1,42%	± 0,27%	0,37%	4,87%	1,28%	0,87%
	Embalagens não ferrosas	0,33%	± 0,09%	0,01%	1,31%	0,23%	0,29%
	Outros ferrosos	0,51%	± 0,29%	0,00%	4,51%	0,08%	0,93%
	Outros não ferrosos	0,11%	± 0,14%	0,00%	2,77%	0,00%	0,46%
	Total	2,36%	± 0,47%	0,56%	7,51%	1,99%	1,52%
Madeira	Embalagens	0,11%	± 0,07%	0,00%	0,89%	0,00%	0,21%
	Outros (não embalagem)	0,08%	± 0,06%	0,00%	0,98%	0,00%	0,18%
	Total	0,19%	± 0,08%	0,00%	0,98%	0,08%	0,25%
Têxteis	Embalagens	0,94%	± 0,30%	0,00%	3,32%	0,66%	0,97%
	Outros (não embalagem)	4,44%	± 0,82%	0,88%	13,09%	3,78%	2,64%
	Total	5,38%	± 0,94%	0,88%	13,93%	5,26%	3,01%
Têxteis sanitários	Total	5,71%	± 0,91%	1,25%	13,25%	5,07%	2,92%
Outros	Total	1,75%	± 0,60%	0,02%	8,93%	1,00%	1,93%
		100,00%					



## ANEXO IV – Cálculos de apoio aos resultados de cada Cenário

Quadro A4.1 – Percentagens de cada material na fracção RSU, através das Caracterizações de quatro SMAUT (Ambirumo, 2008; Amarsul, 2008).

Caracterização RSU - 2008 (% no indiferenciado)										
SMAUT	Vidro	P/C	ECAL	Filme	PEAD	PET	Aço	Alumínio	Resíduos fermentáveis	RSU amostrado (t)
AMAVE	3,2%	3,5%	0,9%	4,1%	0,7%	1,0%	0,8%	0,2%	49,6%	127.226
ECOBELRÃO	2,3%	6,4%	1,0%	8,4%	0,6%	0,7%	1,0%	0,2%	48,6%	125.907
RESÍDUOS DO NORDESTE	2,6%	7,1%	1,3%	9,5%	0,6%	1,0%	1,4%	0,3%	49,2%	56.181
AMARSUL	4,8%	7,1%	1,5%	6,1%	0,9%	1,2%	1,2%	0,3%	35,3%	8.098
AMAVE	4.033	4.440	1.132	5.153	865	1.285	1.005	280	63.130	
ECOBELRÃO	2.845	8.045	1.209	10.526	718	919	1.259	252	61.153	
RESÍDUOS DO NORDESTE	1.444	3.978	730	5.360	337	556	798	185	27.652	
AMARSUL	385	573	124	495	72	99	99	23	2.858	
TOTAL	8.707	17.036	3.196	21.533	1.992	2.859	3.161	741	154.793	317.412
<b>MÉDIA DOS 4 SMAUT (%)</b>	<b>2,74</b>	<b>5,37</b>	<b>1,01</b>	<b>6,78</b>	<b>0,63</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>0,23</b>	<b>48,77</b>	

Quadro A4.2 – Produção de RSU por SMAUT de 2010 a 2016.

SMAUT	Produção de RSU (t)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Amarsul - Setúbal	58.441	58.558	58.499	58.324	58.032	57.568	56.992
Amarsul - Seixal	123.033	123.279	123.156	122.786	122.172	121.195	119.983
Amarsul - Palmela	123.033	123.279	123.156	122.786	122.172	121.195	119.983
Resiestrela	41.011	41.093	41.052	40.929	40.724	40.398	39.994
Tratolixo 2	102.528	102.733	102.630	102.322	101.811	100.996	99.986
Algar 2	41.011	41.093	41.052	40.929	40.724	40.398	39.994
Valorlis+Resioeste	41.011	41.093	41.052	40.929	40.724	40.398	39.994
Valnor	61.517	61.640	61.578	61.393	61.086	60.598	59.992
Ecobeirão	41.011	41.093	41.052	40.929	40.724	40.398	39.994
Resiurb+Resitejo	20.506	20.547	20.526	20.465	20.363	20.200	19.998
Suldouro	41.011	41.093	41.052	40.929	40.724	40.398	39.994
Amave (receberá RSU da Resinorte)	108.679	108.896	108.787	108.461	107.919	107.055	105.985
Ersuc Coimbra	-	129.185	129.056	128.669	128.025	127.001	125.731
Ersuc Aveiro	-	129.185	129.056	128.669	128.025	127.001	125.731
Gesamb+Resialentejo+Amcal	-	120.983	120.862	120.499	119.897	118.938	117.748
<b>Total</b>	<b>802.792</b>	<b>1.183.750</b>	<b>1.182.566</b>	<b>1.179.019</b>	<b>1.173.124</b>	<b>1.163.739</b>	<b>1.152.101</b>



Quadro A4.3 - Quantitativos de RE para as retomas de 2009 a 2016 - Cenário Base.

Fluxo	Materiais	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Recolha-selectiva	Vidro	176.601	183.665	191.011	200.562	210.590	221.119	232.175	243.784
	Papel/ Cartão	117.642	137.641	161.040	169.092	177.547	186.424	195.745	205.532
	Plástico (sem mistos)	28.711	34.453	41.343	43.410	45.581	47.860	50.253	52.766
	Plásticos Mistos	12.335	0	0	0	0	0	0	0
	Aço	6.224	7.469	8.963	9.411	9.882	10.376	10.894	11.439
	Alumínio	245	258	270	284	298	313	329	345
	Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
	Sub-TOTAL	<b>344.934</b>	<b>366.821</b>	<b>406.130</b>	<b>426.437</b>	<b>447.759</b>	<b>470.147</b>	<b>493.654</b>	<b>518.337</b>
Incineração	Escórias ferrosas	6.725	6.725	6.725	7.061	7.414	7.785	8.174	8.583
	Escórias não-ferrosas	557	557	557	585	614	644	677	711
	Sub-TOTAL	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.646</b>	<b>8.028</b>	<b>8.429</b>	<b>8.851</b>	<b>9.293</b>
Total Pré tratamento Compostagem	Vidro	150	150	150	158	165	174	182	191
	Papel/ Cartão	1.031	670	436	457	480	504	529	556
	Plástico	2.330	3.472	5.173	5.432	5.703	5.988	6.288	6.602
	Aço	2.097	2.349	2.631	2.763	2.901	3.046	3.198	3.358
	Alumínio	36	65	117	123	129	136	143	150
	Sub-TOTAL	<b>5.644</b>	<b>6.706</b>	<b>8.507</b>	<b>8.932</b>	<b>9.379</b>	<b>9.848</b>	<b>10.340</b>	<b>10.857</b>
Compostagem	Papel/ Cartão	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.681</b>	<b>4.915</b>	<b>5.161</b>	<b>5.419</b>	<b>5.690</b>
Total URBANO		<b>362.318</b>	<b>385.266</b>	<b>426.377</b>	<b>447.696</b>	<b>470.081</b>	<b>493.585</b>	<b>518.264</b>	<b>544.177</b>
					5%	5%	5%	5%	5%

Quadro A4.4 - Quantitativos de RE para as retomas de 2009 a 2016 - Cenário Moderado.

Fluxo	Materiais	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Recolha-selectiva	Vidro	176.601	183.665	191.011	200.562	210.590	221.119	232.175	243.784
	Papel/ Cartão	117.642	137.641	161.040	169.092	177.547	186.424	195.745	205.532
	Plástico (sem mistos)	28.711	34.453	41.343	43.410	45.581	47.860	50.253	52.766
	Plásticos Mistos	12.335	0	0	0	0	0	0	0
	Aço	6.224	7.469	8.963	9.411	9.882	10.376	10.894	11.439
	Alumínio	245	258	270	284	298	313	329	345
	Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
	Sub-TOTAL	<b>344.934</b>	<b>366.821</b>	<b>406.130</b>	<b>426.437</b>	<b>447.759</b>	<b>470.147</b>	<b>493.654</b>	<b>518.337</b>
Incineração	Escórias ferrosas	6.725	6.725	6.725	7.061	7.414	7.785	8.174	8.583
	Escórias não-ferrosas	557	557	557	585	614	644	677	711
	Sub-TOTAL	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.282</b>	<b>7.646</b>	<b>8.028</b>	<b>8.429</b>	<b>8.851</b>	<b>9.293</b>
Total Pré tratamento Compostagem	Vidro	150	4.014	5.919	5.913	5.895	5.866	5.819	5.761
	Papel/ Cartão	1.031	21.543	31.767	31.735	31.640	31.482	31.230	30.917
	Plástico	2.330	23.886	35.221	35.186	35.081	34.905	34.626	34.280
	Aço	2.097	7.675	11.317	11.305	11.271	11.215	11.125	11.014
	Alumínio	36	674	994	993	990	985	978	968
	Sub-TOTAL	<b>5.644</b>	<b>57.793</b>	<b>85.218</b>	<b>85.133</b>	<b>84.877</b>	<b>84.453</b>	<b>83.777</b>	<b>82.940</b>
Compostagem	Papel/ Cartão	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.458</b>	<b>4.681</b>	<b>4.915</b>	<b>5.161</b>	<b>5.419</b>	<b>5.690</b>
Total URBANO		<b>362.318</b>	<b>436.353</b>	<b>503.088</b>	<b>523.896</b>	<b>545.579</b>	<b>568.190</b>	<b>591.701</b>	<b>616.259</b>

Quadro A4.5 - Quantitativos de RE para as retomas de 2009 a 2016 - Cenário Optimista.

Fluxo	Materiais	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Recolha-selectiva	Vidro	176.601	183.665	191.011	200.562	210.590	221.119	232.175	243.784
	Papel/ Cartão	117.642	137.641	161.040	169.092	177.547	186.424	195.745	205.532
	Plástico (sem mistos)	28.711	34.453	41.343	43.410	45.581	47.860	50.253	52.766
	Plásticos Mistos	12.335	0	0	0	0	0	0	0
	Aço	6.224	7.469	8.963	9.411	9.882	10.376	10.894	11.439
	Alumínio	245	258	270	284	298	313	329	345
	Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
	Sub-TOTAL	344.934	366.821	406.130	426.437	447.759	470.147	493.654	518.337
Incineração	Escórias ferrosas	6.725	6.725	6.725	7.061	7.414	7.785	8.174	8.583
	Escórias não-ferrosas	557	557	557	585	614	644	677	711
	Sub-TOTAL	7.282	7.282	7.282	7.646	8.028	8.429	8.851	9.293
Total Pré tratamento Compostagem	Vidro	150	4.014	5.919	5.913	5.895	5.866	5.819	5.761
	Papel/ Cartão	1.031	24.084	35.513	35.477	35.371	35.194	34.912	34.563
	Plástico	2.330	66.889	98.630	98.531	98.236	97.745	96.963	95.993
	Aço	2.097	7.671	11.312	11.301	11.267	11.210	11.121	11.009
	Alumínio	36	674	994	993	990	985	978	968
	Sub-TOTAL	5.644	103.332	152.368	152.215	151.759	151.000	149.792	148.294
Compostagem	Papel/ Cartão	4.458	14.511	21.397	21.375	21.311	21.205	21.035	20.825
Total URBANO		362.318	491.945	587.176	607.673	628.857	650.781	673.332	696.749

Quadro A4.6 - Quantitativos totais de RE para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Moderado.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vidro	176.751	187.679	196.930	206.475	216.485	226.985	237.994	249.545
Papel/ Cartão	123.130	163.642	197.265	205.508	214.101	223.066	232.394	242.139
Plástico	43.375	58.339	76.565	78.597	80.662	82.765	84.879	87.045
Aço	15.047	21.869	27.004	27.778	28.567	29.376	30.194	31.036
Alumínio	838	1.489	1.821	1.862	1.902	1.943	1.983	2.023
Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
Sub-TOTAL	362.318	436.353	503.088	523.896	545.579	568.190	591.701	616.259

Quadro A4.7 - Quantitativos totais de RE para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Optimista.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vidro	176.751	187.679	196.930	206.475	216.485	226.985	237.994	249.545
Papel/ Cartão	123.130	176.236	217.949	225.944	234.228	242.822	251.692	260.920
Plástico	43.375	101.341	139.973	141.942	143.817	145.605	147.216	148.759
Aço	15.047	21.865	27.000	27.773	28.562	29.371	30.189	31.031
Alumínio	838	1.489	1.821	1.862	1.902	1.943	1.983	2.023
Madeira	3.177	3.336	3.503	3.678	3.862	4.055	4.258	4.471
Sub-TOTAL	362.318	491.945	587.176	607.673	628.857	650.781	673.332	696.749

Quadro A4.8 – Contribuição dos RE do TMB para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Moderado.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vidro	0%	2%	3%	3%	3%	3%	2%	2%
Papel/ Cartão	4%	16%	18%	18%	17%	16%	16%	15%
Plástico	5%	41%	46%	45%	43%	42%	41%	39%
Aço	14%	35%	42%	41%	39%	38%	37%	35%
Alumínio	4%	45%	55%	53%	52%	51%	49%	48%
Madeira	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sub-TOTAL	2%	13%	17%	16%	16%	15%	14%	13%

Quadro A4.9 – Contribuição dos RE do TMB para as retomas de 2009 a 2016, por material - Cenário Optimista.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vidro	0%	2%	3%	3%	3%	3%	2%	2%
Papel/ Cartão	4%	22%	26%	25%	24%	23%	22%	21%
Plástico	5%	66%	70%	69%	68%	67%	66%	65%
Aço	14%	35%	42%	41%	39%	38%	37%	35%
Alumínio	4%	45%	55%	53%	52%	51%	49%	48%
Madeira	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sub-TOTAL	2%	21%	26%	25%	24%	23%	22%	21%

Quadro A4.10 – Comparação do desempenho de cada Cenário para atingir as Metas de 2011 de valorização de RE.

Metas Reciclagem	2011 sem novas TMB	2011 Cenário Moderado	2011 Cenário Optimista	Metas 2011
Vidro	191.161	196.930	196.930	212.629
Plástico	46.516	76.565	139.973	36.655
Papel/cartão	165.934	197.265	217.949	102.649
Metais	19.263	28.826	28.821	23.877
Madeira	3.503	3.503	3.503	747
Total com Valorização	426.377	503.088	587.176	446.757

Quadro A4.11 – Comparação do desempenho de cada Cenário para atingir as Metas de 2011 de reciclagem de RE.

Metas Reciclagem	2011 sem novas TMB	2011 Cenário Moderado	2011 Cenário Optimista	Metas 2011
Vidro	191.161	196.930	196.930	212.629
Plástico	46.516	76.565	139.973	36.655
Papel/cartão	161.476	192.807	196.552	102.649
Metais	19.263	28.826	28.821	23.877
Madeira	3.503	3.503	3.503	747
Total sem Valorização	421.919	498.630	565.780	409.252